



TUGAS AKHIR - LL 1327

**ANALISA LAJU SEDIMENTASI DI DERMAGA
DOMESTIK PT. TERMINAL PETIKEMAS
SURABAYA**

IQBAL HANIF FAHRUDIN

NRP. 04311340000051

DOSEN PEMBIMBING :

Haryo Dwito Armono, S.T., M.Eng., Ph.D.

Sholihin, S.T, M.T.

JURUSAN TEKNIK KELAUTAN

FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2018



FINAL PROJECT - LL 1327

SEDIMENTATION ANALYSIS IN DOMESTIC PORT OF PT. TERMINAL PETIKEMAS SURABAYA

IQBAL HANIF FAHRUDIN

NRP. 04311340000051

SUPERVISORS:

Haryo Dwito Armono, S.T., M.Eng., Ph.D

Sholihin, S.T, M.T.

DEPARTMENT OF OCEAN ENGINEERING

FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY

SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY

SURABAYA

2018

**ANALISA LAJU SEDIMENTASI DI DERMAGA DOMESTIK
PT. TERMINAL PETIKEMAS SURABAYA**

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi S-1 Departemen Teknik Kelautan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

IQBAL HANIF FAHRUDIN

NRP. 04311340000051

Disetujui oleh :

1. Haryo Dwito Armono, S.T., M.Eng., Ph.D. (Pembimbing 1)
2. Sholihin, S.T., M.T. (Pembimbing 2)
3. Prof. Ir. Mukhtasor, M.Eng., Ph.D. (Penguji)
4. Dr. Ir. Hasan Ikhwani M.Sc. (Penguji)
5. Sujantoko, ST., MT. (Penguji)

SURABAYA, JULI 2018

ANALISA LAJU SEDIMENTASI DI DERMAGA DOMESTIK PT. TERMINAL PETIKEMAS SURABAYA

Nama Mahasiswa : Iqbal Hanif Fahrudin
NRP : 4313100051
Jurusan : Teknik Kelautan
Dosen Pembimbing : 1. Haryo Dwito Armono, S.T., M.Eng., Ph.D.
2. Sholihin, S.T., M.T.

Abstrak

PT. Terminal Petikemas Surabaya (TPS) merupakan perusahaan yang bergerak dibidang penyediaan fasilitas petikemas untuk perdagangan domestik maupun internasional. TPS memiliki dua dermaga yaitu Dermaga Domestik dan dermaga internasional. Kedua dermaga tersebut memiliki aktivitas bongkar muat yang sangat padat, sehingga memiliki peran yang vital dalam perekonomian Indonesia. Tetapi fenomena pendangkalan kolam dermaga sering menjadi masalah utama bagi TPS, khususnya pada area Dermaga Domestik. Tingkat sedimentasi yang terjadi di Dermaga Domestik TPS sangatlah tinggi yang diakibatkan oleh kondisi lingkungan sekitar TPS yang kurang menguntungkan. Tugas akhir ini akan membahas mengenai laju sedimentasi yang terjadi di Dermaga Domestik PT. TPS. Data yang diperlukan untuk penelitian ini antara lain data Batimetri Dermaga Domestik TPS, data Batimetri Teluk Lamong, Data pasang surut, serta data sedimen. Permodelan akan dilakukan dengan bantuan software Delft 3D dan Surfer. Setelah dilakukan analisa dengan software surfer, didapatkan rata rata sedimentasi pada tahun 2016 adalah 1.70 meter/tahun. Setelah dilakukan simulasi prediksi sedimentasi dengan Delft 3D, didapatkan bahwa model eksisting memiliki sedimentasi sebesar 1.98 meter/tahun. Sedangkan pada model alternatif, model alternatif 1 adalah model terbaik dimana model 1 memiliki laju sedimentasi sebesar 1.44 meter/tahun.

Kata Kunci: Delft 3D, Dermaga, PT. Terminal Petikemas Surabaya, Sedimentasi.

SEDIMENTATION ANALYSIS IN DOMESTIC PORT OF PT. TERMINAL PETIKEMAS SURABAYA

Student Name : Iqbal Hanif Fahrudin
NRP : 4313100051
Departement : Ocean Engineering
Supervisors : 1. Haryo Dwito Armono, S.T., M.Eng., Ph.D.
2. Sholihin, S.T., M.T.

Abstract

PT Terminal Petikemas Surabaya (TPS) is a company that moves in the providing container facility for domestic and international trades. PT. TPS have 2 port, the International Port and Domestic Port which each have 13 and 7.5 meters depth respectively. International Port have length of 1000 meters and Domestic Port have length of 450 meters. Both of the port have the high loading and unloading activity rate, so they have the vital role for Indonesian economy. But, the Sedimentation is the biggest problem in Domestic Port. Because the Environmental condition of Domestic Port is less profitable. This final task report will discuss the sedimentation rate that occurs in Domestic Port of TPS. The Data which is used in this research are Bathymetry of Domestic Port, Bathymetry of Teluk Lamong, Tidal Height, And Sediment data. . This research will use the Delft 3D and Surfer software. After analyzing with Surfer, the sedimentation rate in 2016 is 1.70 meter/year. After the Simulation of sedimentation with Delft 3D, the sedimentation rate of Existing model is 1.98 meter/year. Then, the sedimentation rate of alternative model, the alternative model 1 is 1.44 meter/year. So, we can get the conclusion that the model 1 is better for reducing the sedimentation rate than other alternative model.

Keywords: Delft 3D, Port, PT. Terminal Petikemas Surabaya, Sedimentation

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Puja dan puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya, penulis diizinkan menyelesaikan tugas akhir beserta laporannya yang berjudul “Analisa Laju Sedimentasi di Dermaga Domestik PT. Terminal Petikemas Surabaya”.

Tugas akhir ini disusun penulis guna memenuhi salah satu syarat wajib yang harus di tempuh mahasiswa Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulis menyadari bahwa dalam pengerjaan dan penulisan tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna, oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca sangat diharapkan sehingga dapat menjadi penyempurna pada laporan selanjutnya.

Wassalamualaikum Wr.Wb

Surabaya, 9 Januari 2018

Penulis

UCAPAN TERIMAKASIH

Sehubungan dengan terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini, pertama penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada Allah SWT karena dengan izinnya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir beserta laporannya, serta pihak-pihak yang telah membantu saya, maka dalam lembar ini saya mengucapkan terimakasih kepada:

1. Orang tua penulis yang selalu memberikan dukungan secara moril maupun materil dan doanya sehingga saya mampu melalui masa perkuliahan dan menyelesaikan tugas akhir beserta laporannya.
2. Bapak Haryo D. Armono, ST., M.Eng., Ph.D. selaku dosen pembimbing I yang selama masa pengerjaan tugas akhir yang dengan sabarnya membantu memberikan masukan dalam pengerjaan tugas akhir.
3. Bapak Sholihin, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II dan Dosen Wali saya yang selama masa pengerjaan tugas akhir juga memberikan masukan guna menyempurnakan pengerjaan tugas akhir.
4. Bapak Prof. Ir. Mukhtasor, M.Eng, Ph.D., Bapak Dr. Ir. Hasan Ikhwan M.Sc., dan Bapak Sujantoko, ST., M.T. selaku penguji dalam sidang tugas akhir yang telah memberikan saran dan masukan untuk Tugas Akhir ini.
5. Teman-teman “Valtameri” angkatan 2013, yang menjadi teman menjalani masa-masa perkuliahan.
6. Pihak Pihak lain yang memberikan bantuanya diluar bangku perkuliahan.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
UCAPAN TERIMA KASIH	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
 BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	6
2.2.1 Sedimentasi	6
2.2.2 Pergerakan Angkut Sedimen	6
2.2.3 Sifat – Sifat Sedimen	8
2.2.4 Transport Sedimen	10
2.2.5 Pasang Surut	10
2.2.6 Batimentri	12
2.2.7 Software Delft3D	13
2.2.8 Penggunaan Pada Delft3D Simulasi	13

2.2.9 Volume Sedimen	14
2.2.10 Cross Section.....	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	16
3.1 Metodologi Penelitian	16
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Lokasi Daerah Studi	18
4.2 Laju Sedimentasi Tahun - Tahun Sebelumnya.....	19
4.2.1 Laju Sedimentasi Juni 2016 – Agustus 2016	19
4.2.2 Laju Sedimentasi Agustus 2016 – Oktober 2016.....	21
4.2.3 Laju Sedimentasi Oktober 2016 – Desember 2016.....	22
4.2.4 Laju Sedimentasi Desember 2016 – April 2017	23
4.2.5 Laju Sedimentasi April 2017 – Juni 2017	24
4.2.6 Perbandingan Laju Sedimentasi	26
4.3 Data	29
4.3.1 Batimetri.....	29
4.3.2 Data Pasang Surut	29
4.3.3 Data Tanah	30
4.4 Pembuatan Model.....	30
4.4.1 Model Batimetri	30
4.4.2 Kondisi Batas Lingkungan	31
4.4.3 Validasi Model	32
4.4.4 Layout Model Alternatif 1.....	33
4.4.5 Layout Model Alternatif 2.....	34
4.4.6 Layout Model Alternatif 3.....	34
4.4.7 Layout Model Alternatif 4.....	35
4.4.5 Layout Model Alternatif 5.....	36
4.5 Simulasi Hidrodinamik.....	37
4.5.1 Pola Arus Kondisi Existing	37
4.5.2 Pola Arus Model 1.....	38
4.5.3 Pola Arus Model 2.....	39

4.5.4 Pola Arus Model 3.....	40
4.5.5 Pola Arus Model 4.....	42
4.5.6 Pola Arus Model 5.....	43
4.6 Simulasi Sedimentasi	45
4.6.1 Simulasi Sedimentasi Kondisi Existing	45
4.6.2 Simulasi Sedimentasi Model 1	46
4.6.3 Simulasi Sedimentasi Model 2	48
4.6.4 Simulasi Sedimentasi Model 3	50
4.6.5 Simulasi Sedimentasi Model 4	51
4.6.6 Simulasi Sedimentasi Model 5	53
4.6.7 Perbandingan Laju Sedimentasi Tiap Model	55
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	56
5.1 Kesimpulan.....	56
5.2 Saran	57
 DAFTAR PUSTAKA.....	58
LAMPIRAN	59

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
2.1	Tabel Skala Klasifikasi Butir Sedimen.....	8
2.2	Komponen Harmonik Dalam Penentuan Konstanta Pasut Laut....	11
4.1	Laju Sedimentasi Tiap Periode Sounding	28
4.2	Data Sungai di Sekitar Teluk Lamong	32
4.3	Laju Sedimentasi Pada Model Eksisting	37
4.4	Laju Sedimentasi Pada Model Alternatif 1	38
4.5	Laju Sedimentasi Pada Model Alternatif 2	39
4.6	Perbandingan Laju Sedimentasi Eksisting dan Alternatif	40

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
2.1	Contoh Irisan Melintang.....	13
2.2	Garis Lengkung Aturan Simpson I.....	14
2.3	Garis Lengkung Aturan Simpson Ii.....	15
3.1	Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir.....	18
4.1	Lokasi Studi Dermaga Domestik Pt. Terminal Petikemas Surabaya ..	22
4.2	Batimetri Juni - Batimetri Agustus.....	23
4.3	Batimetri Agustus – Batimetri Oktober.....	24
4.4	Batimetri Oktober – Batimetri Desember.....	25
4.5	Batimetri Desember – Batimetri April	26
4.6	Batimetri April - Batimetri Juni	27
4.7	Grafik Laju Sedimentasi Tiap Periode Sounding	28
4.8	Potongan Memanjang Pada Batimetri	29
4.9	Grafik Perbandingan Profil Long Section Tiap Periode Sounding	29
4.10	Peta Batimetri Dalam Format .Xyz	30
4.11	Grafik Pasang Surut	30
4.12	Data Tanah.....	31
4.13	Area Studi.....	31
4.14	Grafik Perbandingan Kecepatan Arus Model Dan Pengukuran.....	32
4.15	Layout Bangunan Penahan Sedimen Alternatif 1	33
4.16	Layout Bangunan Penahan Sedimen Alternatif 2	33
4.17	Arah Dan Kecepatan Arus Pada Saat Pasang Tertinggi.....	34
4.18	Arah Dan Kecepatan Arus Pada Saat Surut Terendah	34
4.19	Arah Dan Kecepatan Arus Pada Saat Pasang Tertinggi.....	35
4.20	Arah Dan Kecepatan Arus Pada Saat Surut Terendah	35
4.21	Arah Dan Kecepatan Arus Pada Saat Pasang Tertinggi.....	36
4.22	Arah Dan Kecepatan Arus Pada Saat Surut Terendah	36
4.23	Hasil Output Simulasi Sedimentasi Pada Kondisi Eksisting.....	37
4.24	Hasil Output Simulasi Sedimentasi Pada Kondisi Alternatif 1	38
4.25	Hasil Output Simulasi Sedimentasi Pada Kondisi Alternatif 2.....	39
4.26	Perbandingan Profil Long Section Tiap Model	38

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

PT. Terminal Petikemas Surabaya (TPS) merupakan sebuah terminal kelas dunia di Indonesia yang berperan sebagai pelabuhan gerbang perekonomian Jawa Timur dan Indonesia Timur. TPS memiliki dua dermaga yaitu Dermaga Domestik dan dermaga internasional. Masing masing dermaga memiliki kedalaman yang berbeda yaitu 7,5 meter LWS untuk Dermaga Domestik dan 10,5 meter LWS untuk dermaga internasional. Kedua dermaga tersebut memiliki aktivitas bongkar muat yang sangat padat, sehingga memiliki peran yang vital dalam perekonomian Indonesia.

Sebagai terminal yang berkelas internasional, TPS selalu memberikan pelayanan yang efisien dan biaya efektif yang mampu melayani kebutuhan para importir dan eksportir yang ada di Indonesia. TPS yang didukung oleh alat alat bongkar muat yang canggih mampu menangani bongkar muat lebih dari dua juta *Teus* per tahun. TPS juga memiliki *container yard* yang berkapasitas lebih dari 29.000 *Teus* yang digunakan untuk menampung kontainer hasil bongkar muat. Dengan segala kelebihan tersebut, maka sangat akan merugikan apabila kegiatan operasional di TPS terganggu akibat dari adanya pendangkalan di kolam labuh. Selain itu sedimentasi yang terjadi di kawasan pelabuhan PT. Terminal Petikemas Surabaya juga akan memberikan dampak negatif terhadap penyumbatan kawasan sungai di sekitarnya. Seperti hasil penelitian yang dilakukan oleh (vironita, 2011) yang menyatakan pendangkalan di muara Sungai Bang di Kabupaten Malang diiringi dengan penyempitan sungai yang dapat mengganggu kondisi lingkungan yang ada.

Tingkat sedimentasi yang terjadi di Dermaga Domestik TPS sangatlah tinggi yang diakibatkan oleh kondisi lingkungan sekitar TPS yang kurang menguntungkan. Dermaga Domestik TPS berdekatan dengan muara Kali Mas dan Kali Lamong. Masukan utama sedimen yang berada di muara seringkali

berasal dari sungai, dengan ukuran butiran yang berkisar dari kerikil hingga butiran pasir. Sumber utama sedimen lain umumnya terbawa ke muara dan lingkungan laut, misal daerah pantai yang dikirim ke area muara oleh arus pasang surut yang mengalir ke mulut muara. Tetapi umumnya sumber sedimen tersebut didominasi oleh suplai dari sungai tersebut (Komar, 1997).

Saat ini, studi yang telah dilakukan lebih banyak membahas masalah sedimentasi yang terjadi di sekitar pelabuhan Tanjung Perak, padahal TPS juga memiliki masalah sedimentasi yang sangat besar. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Armono (2008) menunjukkan bahwa kecepatan sedimentasi yang terjadi di Dermaga Domestik TPS bisa mencapai 150.000 sampai 200.000 m³. Penelitian serupa pernah dilakukan oleh Novianto (2009) namun tidak diteliti mengenai kapan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pengerukan kembali akibat nilai laju sedimentasi yang terjadi di Dermaga Domestik berdasarkan rencana kedalaman yang direncanakan oleh PT. TPS.

Penelitian lain yang pernah dilakukan di TPS adalah penelitian oleh Qhomariyah (2015) menjelaskan bahwa adanya hubungan antara pasang surut dengan sedimentasi yang terbentuk di dermaga PT. TPS. Selain itu, mengacu pada riwayat pengerukan yang dilakukan oleh PT. TPS menunjukkan bahwa terjadi percepatan periode pengerukan dari tahun ke tahun. Hal tersebut menunjukkan bahwa adanya peningkatan nilai laju sedimentasi yang cukup signifikan, peningkatan tersebut mungkin dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sekitar PT. TPS yang sudah banyak berubah.

Untuk menanggulangi masalah sedimentasi tersebut, pernah dilakukan penelitian mengenai penambahan *Underwater Sill* oleh Al-Hakim (2010). Dari penelitian tersebut, didapatkan hasil bahwa bangunan penahan sedimen mampu mengurangi sedimentasi sebesar 100-700 mm di sepanjang dermaga. Dalam penelitian tersebut, disarankan agar dilakukan penelitian lanjutan dengan variasi model struktur yang lain atau dengan variasi dimensi panjang dan lebar. Penelitian serupa juga telah dilakukan oleh Felice (2011) yang meneliti UWS dengan konfigurasi layout berbentuk setengah lingkaran yang mampu mereduksi sedimentasi sebesar 20%-30%. Selanjutnya, Triyatni (2012) melakukan penelitian UWS dengan variasi UWS berbentuk trapesium yang mampu

mereduksi sedimen sebesar 16,4%-48,5%. Selanjutnya, Edna (2015) meneliti hubungan kecepatan arus terhadap konfigurasi UWS serta besar sedimentasi yang terjadi.

Oleh karena itu penulis akan melakukan studi lanjutan mengenai penanggulangan sedimentasi di Dermaga Domestik TPS dengan variasi bentuk dan dimensi model bangunan penahan sedimen agar sedimentasi yang terjadi tidak mengganggu aktivitas operasional dan bongkar muat yang ada di Dermaga Domestik TPS.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun perumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah:

1. Berapa besar volume dan laju sedimentasi yang terjadi pada Dermaga Domestik PT. Terminal Petkemas Surabaya berdasarkan data sekunder ?
2. Bagaimana perbandingan pola arus yang terjadi pada model eksisting dan model alternatif penambahan bangunan penahan sedimen?
3. Bagaimana perbandingan laju sedimentasi yang terjadi pada model eksisting dan model alternatif penambahan bangunan penahan sedimen?

1.3. Tujuan

Berdasarkan perumusan masalah diatas, tujuan yang akan dicapai dari penelitian ini antara lain:

1. Mengetahui laju sedimentasi yang terjadi di Dermaga Domestik PT. TPS pada tahun tahun sebelumnya
2. Mengetahui perbandingan pola arus yang terjadi pada model eksisting dan model alternatif penambahan bangunan penahan sedimen?
3. Mengetahui perbandingan laju sedimentasi yang terjadi pada model eksisting dan model alternatif penambahan bangunan penahan sedimen?

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa besar laju sedimentasi dan bagaimana pola arus yang terjadi pada Dermaga Domestik pelabuhan PT. Terminal Petikemas Surabaya, serta dapat diketahui bagaimana

model bangunan penghalang sedimen yang cocok untuk dermaga domestik PT. Terminal Petikemas Surabaya. Sehingga sedimentasi yang terjadi dapat dikurangi.

1.5 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan ruang lingkup dari permasalahan yang telah dijabarkan di atas, maka permasalahan akan dibatasi pada hal-hal berikut:

- A. Analisa yang dilakukan hanya analisa pengaruh arus terhadap laju sedimentasi.
- B. Data lingkungan yang digunakan dalam penelitian ini sesuai dengan data sekunder (data pasang surut, data arus, data batimetri, data tanah, data sedimen) yang ada di lapangan.
- C. Fokus pembahasan hanya pada daerah Dermaga Domestik.
- D. Tugas akhir ini tidak melakukan analisa mengenai detail konstruksi bangunan penahan sedimen. Analisa yang dilakukan dalam permodelan hanya sebatas pengaruh layout bangunan penahan sedimen terhadap pola arus dan laju sedimentasi yang terjadi.
- E. Simulasi penahan sedimen tidak mempertimbangkan dampak yang terjadi di area sekitar diluar dermaga PT. TPS
- F. Permodelan dilakukan dengan menggunakan software Delft3D

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Seiring semakin intensifnya pemanfaatan daerah pantai untuk kepentingan manusia, maka permasalahan di lingkungan pantai juga semakin meningkat. Departemen Pekerjaan umum telah melakukan identifikasi permasalahan permasalahan yang ada di pantai. Permasalahan tersebut salah satunya adalah masalah sedimentasi. Sedimentasi dan abrasi adalah suatu proses alami yang terjadi di pantai. Sesuai hukum keseimbangan, jika terjadi erosi di suatu pantai, maka akan terjadi peristiwa sedimentasi di pantai yang lain. Namun permasalahannya, pembangunan yang dilakukan manusia membuat proses keseimbangan tersebut tidak berjalan sebagaimana mestinya.

Sedimen pantai bisa berasal dari erosi garis pantai, dari aliran sungai dan dari laut dalam yang terbawa bersama arus kearah pantai. Sifat sedimen pantai penting penting dipeajari untuk mengetahui proses erosi dan sedimentasi. Sifat-sifat tersebut berupa ukuran partikel dan distribusi butir sedimen, rapat massa, bentuk dan kecepatan endap. Gelombang yang datang dari laut dalam menuju pantai akan pecah pada kedalaman tertentu. Pada saat gelombang pecah akan terjadi limpasan energi gelombang yang dapat mengerosi partikel sedimen di dasar laut. Apabila gelombang pecah tersebut membentuk sudut terhadap garis pantai, komponen energi gelombang searah garis pantai menyebabkan adanya arus sepanjang pantai. Arus ini akan membawa partikel sedimen yang telah tererosi dalam arah sejajar garis pantai, sehingga sedimentasi terjadi pada daerah sepanjang garis pantai (Triadmojo, 1999).

Pada daerah pelabuhan, sedimentasi adalah masalah yang sangat perlu untuk dicermati. Karena timbunan sedimen yang terjadi di pelabuhan akan menyebabkan pendangkalan kolam labuh yang sangat merugikan. Beberapa penelitian mengenai sedimentasi di pelabuhan telah dilakukan, diantaranya Damerianne (2013) telah meneliti pada kanal PT.Indonesia Power UBT Perak

Grati. Dalam penelitian ini lebih difokuskan pada pengaruh dari arus pasang surut terhadap laju sedimentasi dengan bantuan software CCHE2D. Beberapa tahun sebelumnya, Achmad (2011) juga telah meneliti tentang pengaruh laju sedimentasi terhadap perubahan batimetri dan pola arus di perairan Teluk Tomini, Gorontalo. Penelitian tersebut menghasilkan informasi tentang bagaimana pola arus yang terjadi maupun informasi tentang seberapa cepat laju sedimentasi dan erosi di daerah tersebut. Berdasarkan berbagai penelitian diatas, penulis akan melakukan sedikit variasi penelitiannya. Penulis akan melakukan analisa laju sedimentasi dan upaya penanggulangan sedimentasi menggunakan bangunan penahan sedimen pada Dermaga Domestik PT. Terminal Petikemas Surabaya menggunakan software Delft3D.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Sedimentasi

Sedimentasi adalah proses pengendapan suatu material yang terkait oleh aliran dari bagian hulu akibat erosi. Adapun media pengendapan pada proses sedimentasi seperti air, angin, dan es. Pada media air dihasilkan sedimentasi yang berupa delta, sedangkan hasil sedimentasi dari media angin berupa gundukan pasir di gurun pasir serta media es menghasilkan sedimentasi berupa gletser. Sedangkan Menurut Van Rijn (1990), sedimen adalah material pecahan, terutama terbentuk dari proses fisika dan kimia pecahnya material batuan di dasar laut. namun menurut Drake (1978) sumber utama sedimen berasal dari daratan, yang diakibatkan oleh erosi dan pelapukan.

Proses sedimentasi pada suatu sungai meliputi proses erosi, transportasi, pengendapan dan pemadatan dari sedimentasi itu sendiri. Sebagaimana diketahui, sedimentasi di sungai terjadi karena adanya proses pengendapan konsentrasi sedimen pada aliran sungai yang bersumber dari hasil erosi di bagian hulu sungai (Soewarno, 1991). Sedimen transport berperan penting dalam masaah rekayasa pantai. Pengetahuan terkait sedimen transport ini berguna untuk memprediksi kecepatan dan jumlah transport sedimen. Sehingga dengan pemahaman tingkat/kecepatan sedimen transport, kemungkinan untuk perubahan garis pantai

dapat diketahui sebelumnya dan pengaruhnya terhadap bangunan buatan dapat diminimalkan (Achmad, 2011)

2.2.2 Pergerakan Angkut Sedimen

Sedimen dapat berada di berbagai lokasi dalam aliran, tergantung pada keseimbangan antara kecepatan ke atas pada partikel (gaya tarik dan gaya angkat) dan kecepatan pengendapan partikel. Ada 3 (tiga) macam pergerakan angkut sedimen yaitu (Ronggodigdo, 2011) :

a. Bed load

Sedimen dasar adalah transpor dari butiran sedimen secara menggelinding, menggeser dan melompat yang terjadi di dasar saluran. Secara umum konfigurasi dari pergerakan sedimen membentuk konfigurasi dasar seperti dunes, ripple, etc. Banyak formulasi yang telah dikembangkan untuk mendeskripsikan mekanisme dari sedimen dasar yang dilakukan dengan eksperimen di laboratorium atau pun dengan memodelkan fenomena tersebut.

b. Suspended load

Sedimen layang (suspensi) adalah transpor butiran dasar yang tersuspensi oleh gaya gravitasi yang diimbangi gaya angkat yang terjadi pada turbulensi aliran. Itu berarti butiran dasar terangkat ke atas lebih besar atau kecil tapi pada akhirnya akan mengendap dan kembali ke dasar sungai. Banyak persamaan sedimen suspensi yang telah dikembangkan seperti persamaan Engelund dan Hansen namun persamaan ini tidak memberikan informasi yang cukup terkait distribusi konsentrasi dari butiran pada arah vertikal, besarnya konsentrasi (C) ditentukan secara teoritik. Dalam banyak kasus pengukuran sedimen suspensi dilakukan di lapangan agar diketahui distribusi konsentrasi arah vertikal untuk berbagai jenis transport sedimen.

c. Wash load

Wash load adalah transpor butiran sedimen yang berukuran kecil dan halus dibanding dengan sedimen dasar juga sangat jarang ditemukan di dasar sungai. Besarnya wash load banyak ditentukan oleh karakteristik klimatologi dan erosi dari daerah tangkapan (catchment area). Dalam perhitungan gerusan lokal

(local scouring) wash load tidak begitu penting sehingga diabaikan namun untuk perhitungan sedimentasi di daerah dengan kecepatan aliran yang rendah seperti: waduk, pelabuhan, cabang sungai wash load diperhitungkan.

2.2.3 Sifat-Sifat Sedimen

Selain dari pergerakan sedimen, sangatlah penting untuk mengetahui sifat dari sedimen itu sendiri. Sifat yang dimaksud ialah ukuran partikel, rapat massa, kecepatan endap, bentuk, dan tahanan terhadap erosi (Triadmodjo, 1999). Berikut adalah sedikit penjelasan mengenai sifat sedimen:

a. Ukuran partikel sedimen

Ukuran partikel juga menunjukkan proses pengangkutan dan pengendapan material sedimen. Sedimen berdasarkan ukuran butir dapat diklasifikasikan menjadi lempung lumpur, pasir, kerikil, koral, dan batu. Pada tabel 2.1 menunjukkan klasifikasi menurut Wentworth, yang banyak digunakan dalam bidang teknik pantai (CERC, 1984)

Tabel 2.1 Tabel Skala Klasifikasi Butir Sedimen

UKURAN BUTIR WENTWORTH					
UKURAN (mm)	NAMA BUTIR	NAMA BATUAN			
		MEMBUNDAR (rounded)		MENYUDUT (angular)	
256	BONGKAH	KERIKIL (gravel)	KONGLOMERAT	BREKSI ROMBAKAN	BREKSI
	BERANGKAL		BONGKAH KONGLOMERAT		BONGKAH BREKSI
64			KERAKAL		BERANGKAL KONGLOMERAT
	4				KERAKAL
BUTIRAN			KONGLOMERAT		BREKSI
			BUTIRAN		BUTIRAN
2	PASIR SANGAT KASAR	PASIR (sand)	BATUPASIR SANGAT KASAR		
1	PASIR KASAR		BATUPASIR KASAR		
1/2	PASIR SEDANG		BATUPASIR SEDANG		
1/4	PASIR HALUS		BATUPASIR HALUS		
1/8	PASIR SANGAT HALUS		PATUPASIR SANGAT HALUS		
	1/16	LANAU (silt)	LUMPUR (mud)	BATULANAU	
1/256	LEMPUNG (clay)	BATULEMPUNG / SERPIH (shale)			

b. Rapat massa

Rapat massa adalah massa tiap satu satuan volume. Rapat massa sendiri mempunyai persamaan:

$$\gamma = \rho \cdot g$$

dimana persamaan diatas ilah fungsi dari komposisi mineral. Untuk sedimen kohesif rapat massa sedimen tergantung pada konsentrasi endapan dan konsentrasi konsolidasi endapan yang dipengaruhi oleh waktu konsolidasi. Disamping itu juga ada rapat relative yang merupakan perbandingan antara rapat massa suatu zat dengan rapat massa air 4^o. Rapat massa air pada temperature tersebut yakni 1000 kg/m³.

c. Kecepatan endap

Kecepatan endap yaitu kecepatan yang diperlukan oleh partikel sedimen untuk dapat terdeposisi di dasar sungai. Konsentrasi sangat mempengaruhi

kecepatan endap, semakin tinggi konsentrasi semakin tinggi kecepatan endapnya. Untuk sedimen non kohesif, kecepatan endap dihitung dengan rumus stokes yang tergantung pada rapat massa sedimen, viskositas air, dimensi dan bentuk partikel sedimen. Untuk sedimen jenis ini kecepatan endap dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti salinitas, konsentrasi sedimen suspensi, dan diameter partikel.

2.2.4 Transport Sedimen

Transport sedimen adalah gerakan sedimen di daerah pantai yang disebabkan oleh gelombang dan arus. Sedimen transport sangat berperan penting dalam berbagai masalah teknik pantai. Hal ini berkaitan dengan sedimentasi dan erosi garis pantai atau pengendapan sedimen pada muara sungai atau muara pintu masuk pelabuhan. Ada tiga faktor utama yang memengaruhi sebaran sedimen di daerah pantai, yaitu sumber sedimen, tingkat energi gelombang dan kemiringan pantai. Sebaran sedimen sepanjang profil pantai dihasilkan oleh variasi tegak lurus pantai terhadap ukuran sedimen dan juga tergantung oleh gerakan air dan karakteristik material pantai yang terangkat. Pada daerah pesisir pantai gerakan dari air dapat terjadi karena adanya kombinasi dari gelombang dan arus. Gelombang dan arus memiliki peranan yang sama pentingnya dalam perpindahan material ke tempat lain

Secara umum proses sedimen transport dapat dibagi menjadi tiga bagian, antara lain (Pratikno dkk, 1996):

- a. Teraduknya material kohesif dari dasar laut hingga tersuspensi atau lepasnya non kohesif dari dasar laut.
- b. Perpindahan material secara horizontal.
- c. Pengendapan kembali partikel/material sedimen tersebut.

2.2.5 Pasang Surut

Menurut Triadmodjo (1999) pasang surut adalah fenomena alam yang menyebabkan naik turunnya permukaan air laut yang disebabkan oleh gaya gravitasi dan gaya tarik menarik dengan benda di langit. Pengaruh gravitasi benda-benda di langit terhadap bumi tidak hanya menyebabkan pasang surut laut, tetapi juga menyebabkan perubahan bentuk bumi (*bodily tides*) dan atmosfer

(Poerbandono, 2005). Perubahan pasang surut seiring dengan perubahan posisi diantara matahari, bulan dan bumi. Secara umum pasang surut di berbagai daerah dibedakan mejadi empat tipe yaitu:

A. Pasang surut harian ganda (semi diurnal tide)

Dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali air surut dengan tinggi yang hamper sama dan pasang surut terjadi secara berurutan secara teratur. Periode pasang surut adalah 24 jam 50 menit. Pada jenis harian ganda misalnya terdapat di perairan Selat Malaka sampai ke Laut Andaman.

B. Pasang surut harian tunggal (diurnal tide)

Dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut. Periode pasang surut rata-rata adalah 12 jam 24 menit. Jenis harian tunggal misalnya terdapat di perairan sekitar selat Karimata, antara Sumatra dan Kalimantan.

C. Pasang surut campuran condong ke harian ganda (mixed tide prevailing semidiurnal)

Dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut, tetapi tinggi dan periodenya berbeda. Pada pasang-surut campuran condong ke harian ganda (mixed tide, prevailing semidiurnal) misalnya terjadi di sebagian besar perairan Indonesia bagian timur.

D. Pasang surut campuran condong ke harian tunggal (mixed tide prevailing diurnal)

Pada tipe ini dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut, tetapi kadang-kadang untuk sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang sangat berbeda. Sedangkan jenis campuran condong ke harian tunggal (mixed tide, prevailing diurnal) contohnya terdapat di pantai selatan Kalimantan dan pantai utara Jawa Barat.

Secara kuantitatif, tipe pasang surut perairan dapat ditentukan oleh perbandingan antara amplitudo unsure pasang surut tunggal utama dengan amplitude unsur pasang surut ganda utama. Perbandingan ini dikenal sebagai bilangan Formzahl. Formula bilangan Formzahl sebagai berikut:

$$F = \frac{K1+O1}{M2+S2}$$

Dimana,

K1 = Unsur pasut tunggal yang disebabkan oleh gaya tarik matahari

O1 = unsur pasut tunggal utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan

M2 = unsur pasut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan

S2 = unsur pasut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik matahari

Tabel 2.2 komponen harmonik dalam penentuan konstanta pasut laut

Kategori	Komponen Harmonik	Fenomena
Semi Diurnal	M2	Gravitasi Bulan dengan orbit lingkaran dan sejajar ekuator Bumi
	S2	Gravitasi Matahari dengan orbit lingkaran dan sejajar ekuator Bumi
	N2	Perubahan jarak Bulan ke Bumi akibat lintasan elips
	K2	Perubahan jarak Matahari ke Bumi akibat lintasan elips
	La2	Perubahan jarak Bulan ke Bumi akibat lintasan elips pada komponen M2, K2
	T2	Perubahan jarak Matahari ke Bumi akibat lintasan elips pada komponen S2
Diurnal	K1	Deklinasi sistem Bulan dan Matahari
	O1	Deklinasi Bulan
	P1	Deklinasi Matahari
	Q1	Perubahan jarak Bulan ke Bumi pada komponen O1
Periode Panjang	M4	Dua kali kecepatan sudut M2 akibat pengaruh Bulan di perairan dangkal
	MS4	Interaksi M2 dan S2 di perairan dangkal
	Ssa	Deklinasi Matahari
	Sa	Perubahan jarak Matahari ke Bumi akibat lintasan elips
	M3	Deklinasi Bulan di perairan dangkal
	M6	Perubahan jarak Bulan ke Bumi akibat lintasan elips di perairan dangkal
	S4	Dua kali kecepatan sudut S2 akibat pengaruh Matahari

2.2.6 Batimetri

Batimetri merupakan ilmu yang mempelajari kedalaman di bawah air dan studi tentang tiga dimensi lantai samudera atau danau. Sebuah peta batimetri umumnya menampilkan relief lantai atau dataran dengan garis-garis kontur (*contour lines*) yang disebut kontur kedalaman (*depth contours* atau *isobath*), dan dapat memiliki informasi tambahan berupa informasi navigasi permukaan. Awalnya, batimetri mengacu kepada pengukuran kedalaman samudra. Teknik-teknik awal batimetri menggunakan tali berat terukur atau kabel yang diturunkan dari sisi kapal. Keterbatasan utama teknik ini adalah hanya dapat melakukan satu pengukuran dalam satu waktu sehingga dianggap tidak efisien. Teknik tersebut juga menjadi subjek terhadap pergerakan kapal dan arus. Batimetri sangat diperlukan untuk pengembangan pelabuhan untuk memperkirakan kedalaman laut sehingga memungkinkan kapal-kapal besar untuk bersandar. Peta batimetri sangat berguna

pada saat melakukan pekerjaan di laut, seperti perencanaan bangunan pelindung pantai, studi tentang proses morfologi pantai, pembangunan pelabuhan dan sebagainya (Yuwono, 1982).

2.2.7 Software Delft3D

Delft3D merupakan sebuah *software* permodelan hidrodinamika multidimensi (2D atau 3D) yang berfungsi untuk perhitungan daerah pesisir, sungai, dan muara. Program ini dapat memodelkan gelombang arus, angkut sedimen, kualitas air, dan analisa ekologi pada daerah pantai. *Software* Delft3D mempunyai modul utama yaitu FLOW-module yang berfungsi untuk menghitung kondisi hidrodinamika. Dalam perhitungannya kondisi hidrodinamika, Delft3D menggunakan penyelesaian persamaan *Navier-Stokes* yang menggunakan asumsi *Boussinesq*.

2.2.8 Penggunaan Delft3D pada simulasi

Pada permodelan ini menggunakan Delft 3D-Flow. Delft3D-Flow adalah sistem yang digunakan untuk menghitung SWE (*Shallow Water Equation*) atau persamaan pada kondisi air dangkal dalam variabel kecepatan dan tinggi kedalaman bentuk 2 dimensi atau 3 dimensi pada sebuah grid atau garis bantu (Arizal, 2011).

Simulasi Delft3D ini menggunakan grid atau garis bantu. Grid adalah garis bantu koordinat arah vertical dan horizontal untuk menentukan luas daerah yang disimulasikan atau untuk mengatur batas daerah yang disimulasikan. Grid terdiri dari dua sistem yaitu *coordinate cartesian* yang berbentuk persegi yang hanya mempunyai arah vertical dan arah horizontal saja serta sistem *coordinate spherical* yang garisnya mengikuti garis kontur permukaan bumi. Parameter dari *coordinate spherical* yaitu arah dan tinggi, dengan latitude bernilai positif ke arah utara dan longitude yang bernilai positif ke arah timur.

Perhitungan sedimen tersuspensi secara tiga dimensi pada Delft 3D dilakukan dengan menggunakan persamaan keseimbangan massa pada sedimen tersuspensi:

$$\frac{\partial c^{(\ell)}}{\partial t} + \frac{\partial uc^{(\ell)}}{\partial x} + \frac{\partial vc^{(\ell)}}{\partial y} + \frac{\partial (w - w_s^{(\ell)}) c^{(\ell)}}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\varepsilon_{s,x}^{(\ell)} \frac{\partial c^{(\ell)}}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\varepsilon_{s,y}^{(\ell)} \frac{\partial c^{(\ell)}}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\varepsilon_{s,z}^{(\ell)} \frac{\partial c^{(\ell)}}{\partial z} \right) = 0,$$

dimana:

$$\begin{aligned} c^{(\ell)} &= \text{Konsentrasi massa sedimen [Kg/m}^3\text{]} \\ u, v \text{ and } w &= \text{Komponen Flow Velocity [m/s]} \\ \varepsilon_{s,x}^{(\ell)}, \varepsilon_{s,y}^{(\ell)} \text{ and } \varepsilon_{s,z}^{(\ell)} &= \text{Eddy diffusivities of sediment [m}^2\text{/s]} \\ w_s^{(\ell)} &= \text{Kecepatan endap sedimen [m/s]} \end{aligned}$$

Sementara untuk menentukan kecepatan endap pada sedimen kohesif menggunakan komputasi metode Van rijn (1933). Perhitungan dilakukan berdasarkan diameter dari sedimen yang tersuspensi.

$$w_{s,0}^{(\ell)} = \begin{cases} \frac{(s^{(\ell)} - 1)gD_s^{(\ell)2}}{18\nu}, & 65 \mu\text{m} < D_s \leq 100 \mu\text{m} \\ \frac{10\nu}{D_s} \left(\sqrt{1 + \frac{0.01(s^{(\ell)} - 1)gD_s^{(\ell)3}}{\nu^2}} - 1 \right), & 100 \mu\text{m} < D_s \leq 1000 \mu\text{m} \\ 1.1\sqrt{(s^{(\ell)} - 1)gD_s^{(\ell)}}, & 1000 \mu\text{m} < D_s \end{cases}$$

Dimana:

$$\begin{aligned} s^{(\ell)} &= \text{masa jenis relatif sedimen} \\ D_s^{(\ell)} &= \text{Diameter partikel sedimen} \\ \nu &= \text{Koefisien Kecepatan kinematik air [m/s}^2\text{]} \end{aligned}$$

2.2.9 Volume Sedimen

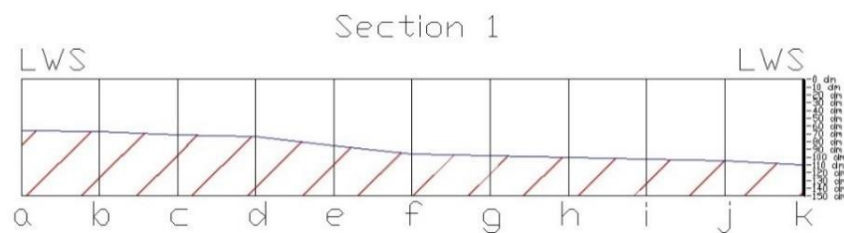
Untuk mengetahui jumlah volume sedimen maka perlu dilakukan *overlay* peta kontur. *Overlay* yang dimaksud adalah menyatukan peta kontur terbaru dengan peta kontur sebelumnya untuk mengetahui besarnya volume *cut* ataupun *fill* serta titik lokasi terjadinya sedimentasi atau erosi. Perhitungan volume sedimen juga dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Cross Section*.

2.2.10 Cross Section

Untuk menghitung volume sedimen dengan menggunakan metode *Cross Section*, dapat dilakukan dengan cara membuat irisan melintang yang diambil tegak lurus terhadap sumbu proyek dengan interval jarak tertentu yang sama untuk tiap irisan. Perhitungan dilakukan dengan bantuan *software Ms. Excel, AutoCAD*, serta *Land Desktop Civil 3D 2009*.

A. Luasan Irisan Melintang *One Level Section*

Pada dasarnya volume tanah antara dua penampang *Cross Section* dapat dihitung apabila luas dari penampang-penampang tersebut diketahui terlebih dahulu. Untuk mengetahui luasan penampang melintang dapat dilakukan dengan bantuan *software AutoCAD*.



Gambar 2.1 Contoh Irisan Melintang

B. Aturan Simpson

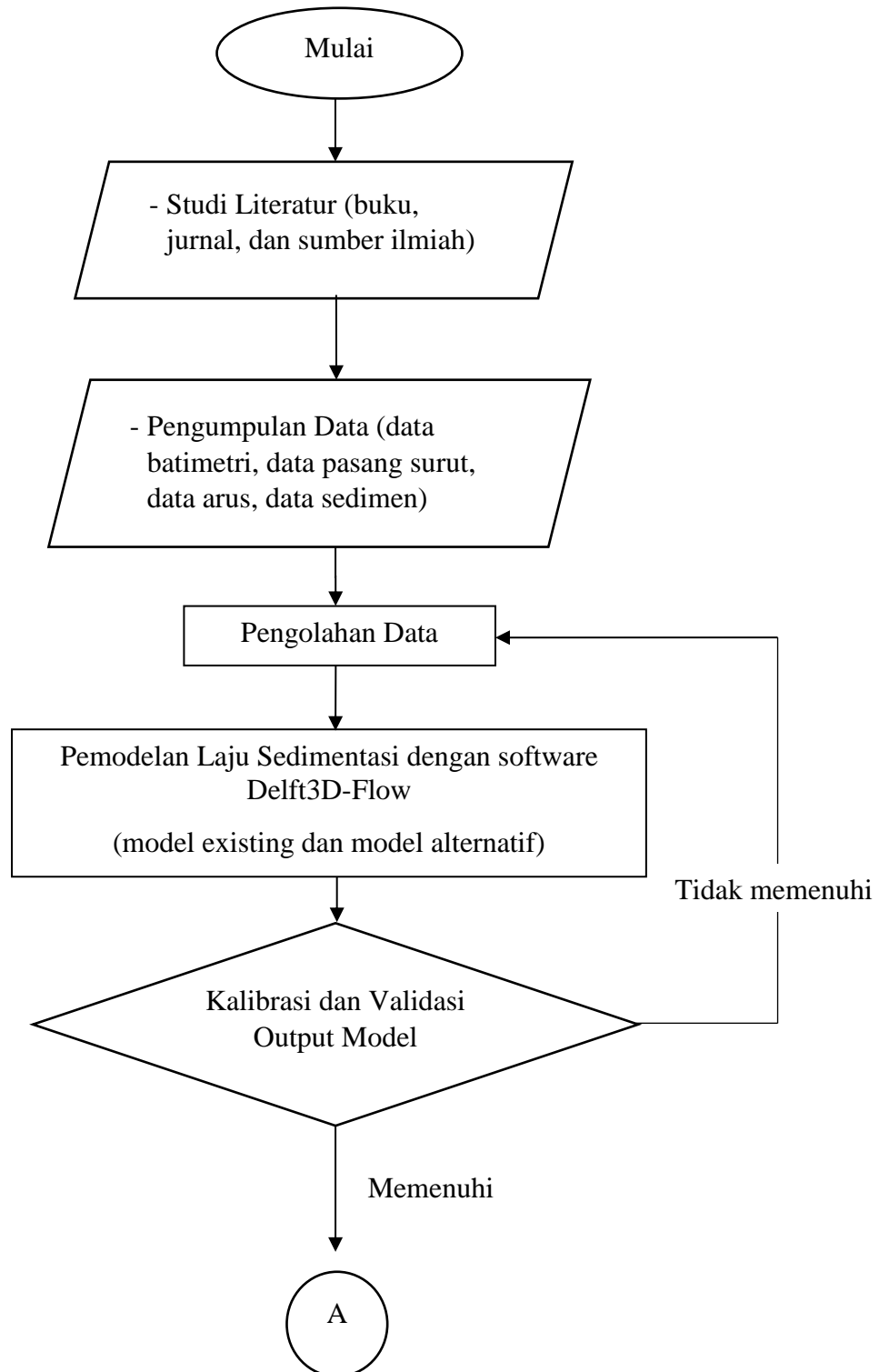
Aturan Simpson dapat digunakan untuk mencari luas dan volume dari angka yang tidak teratur. Aturan didasarkan pada asumsi bahwa batas-batas angka tersebut merupakan kurva yang mengikuti hitungan matematika pasti. Bila diterapkan pada irisan melintang mereka memberikan pendekatan yang baik untuk luas dan volume. Akurasi jawaban yang diperoleh akan tergantung pada jarak dari koordinat dan pada seberapa dekat kurva berikut hukum (Barrass, 1999).

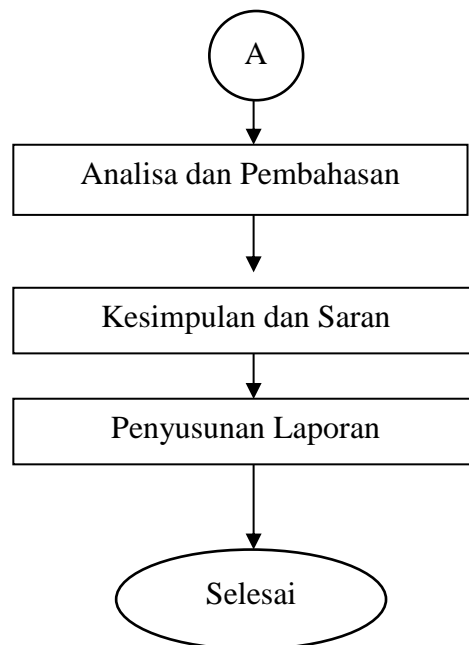
(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metodologi Penelitian

Penjelasan mengenai tugas akhir dapat dilihat pada Gambar 3.1:





Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Lokasi Daerah Studi

Lokasi daerah studi berada di Teluk Lamong. Gambar 4.1 menunjukkan peta Teluk Lamong dimana Dermaga Domestik TPS terletak. Sedangkan daerah yang dilingkari menunjukkan lokasi Dermaga Domestik TPS.



Gambar 4.1 Lokasi studi Dermaga Domestik PT. Terminal Petikemas Surabaya

Pada area sekitar Teluk Lamong terdapat beberapa muara sungai diantaranya Kali Lamong, Kali Branjangan, Kali Krembangan, Kali Manukan, Kali Sememi, serta Kali Mas. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, sungai sungai tersebut merupakan sumber utama material sedimen yang ada pada

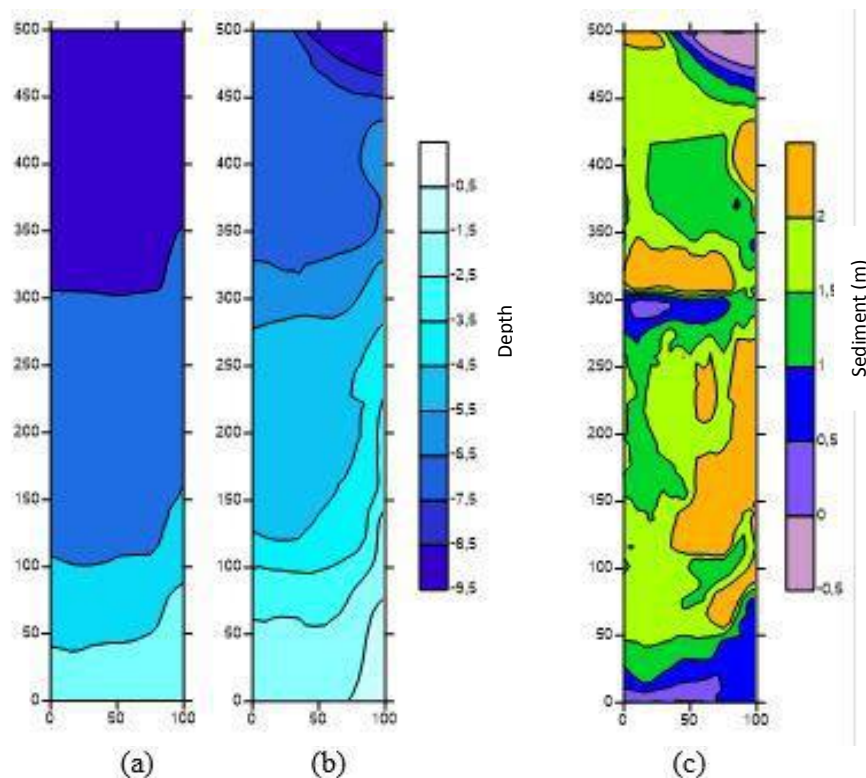
area Dermaga Domestik TPS dan sekitarnya, dengan sumber sedimen terbesar berasal dari Kali Lamong.

4.2. Laju Sedimentasi pada Tahun Sebelumnya

Untuk mendapatkan nilai laju sedimentasi pada tahun sebelumnya, dilakukan dengan cara menganalisa peta batimetri pada tiap waktu sounding dengan bantuan software surfer. Analisa dilakukan dengan cara melakukan tumpang tindih (*Overlay*) pada batimetri terbaru dengan batimetri pada periode sounding sebelumnya. Analisa dilakukan dengan menggunakan 6 batimetri, yaitu batimetri pada bulan Juni 2016, Agustus 2016, Oktober 2016, Desember 2016, April 2017, dan Juni 2017.

4.2.1. Laju Sedimentasi Juni 2016 – Agustus 2016

Pada bulan Juni 2016 telah dilakukan pengerukan, sehingga kondisi kolam labuh dermaga sesuai dengan rencana kedalaman awal yang ditentukan oleh PT. TPS. Pada bulan Agustus, dilakukan sounding berkala untuk mengetahui kedalaman terbaru pada dermaga domestik. Berikut adalah batimetri Juni 2016 dan Agustus 2016 serta hasil overlay antara 2 batimetri tersebut.

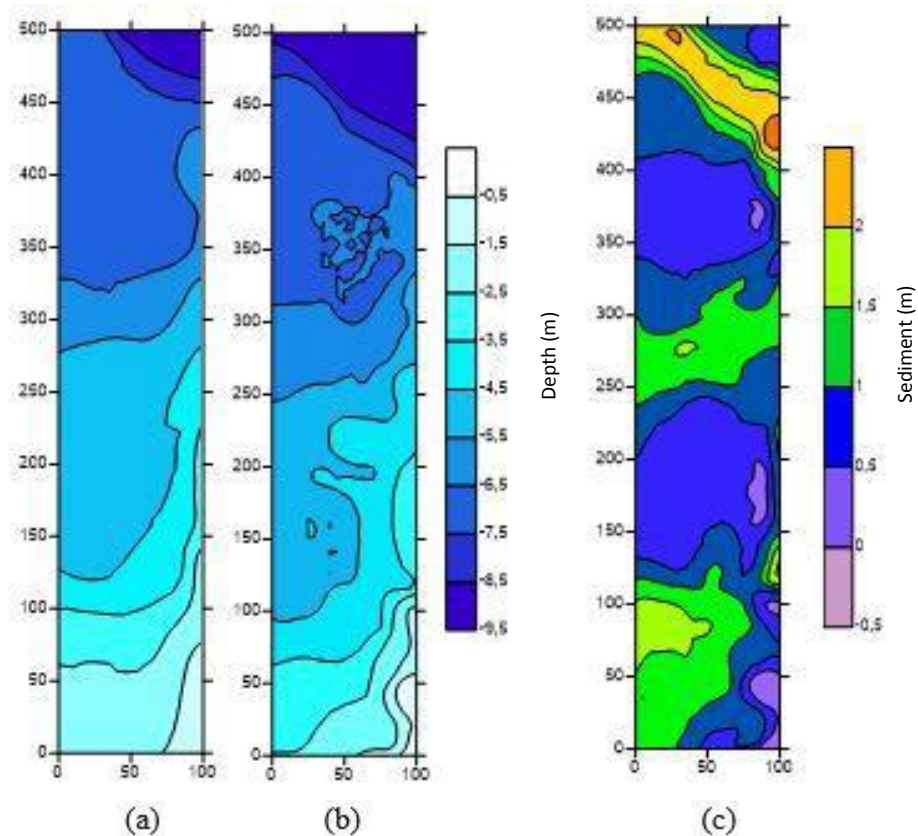


Gambar 4.2 Batimetri Juni (a), Batimetri Agustus (b), Hasil Overlay (c)

Setelah dilakukan overlay pada kedua batimetri tersebut, Hasil overlay didominasi oleh warna hijau dan kuning yang menunjukkan sedimentasi terjadi secara merata di sepanjang area kolam labuh. Melalui perhitungan volume, didapatkan total net volume selama 2 bulan sebesar 78.556 m^3 dengan rata rata penambahan ketinggian sedimen sebesar 1,568 m. Sehingga laju sedimentasi pada bulan Juni-Agustus adalah 0,784 m/bulan. Sedimentasi pada periode ini termasuk sangat tinggi. Kondisi tersebut dikarenakan pengerukan membuat area tersebut lebih rendah dari area lainnya sehingga material sedimen mengisi area tersebut. Selain itu, kondisi tanah dasar kolam labuh yang masih belum stabil pasca pengerukan memungkinkan terjadinya longsor lereng di area tersebut.

4.2.2. Laju Sedimentasi Agustus 2016 – Oktober 2016

Pada bulan Oktober 2016 dilakukan sounding rutin yang bertujuan untuk memantau kedalaman dermaga domestik. Berikut adalah batimetri Agustus 2016 dan Oktober 2016 serta hasil overlay antara 2 batimetri tersebut.

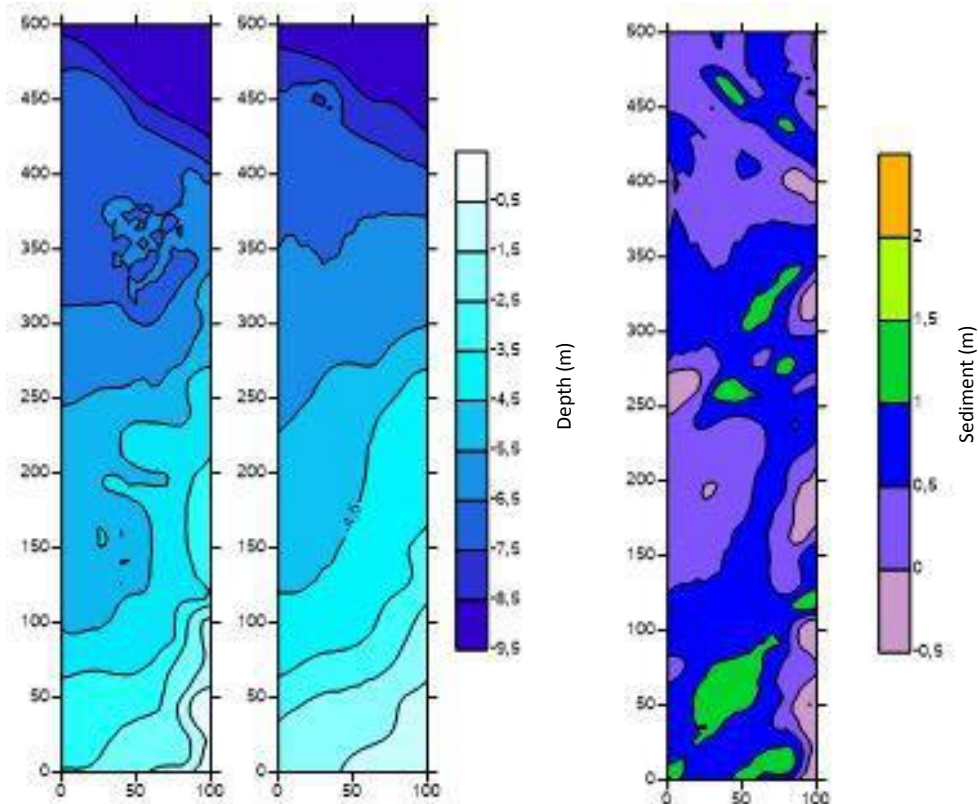


Gambar 4.3 Batimetri Agustus (a), Batimetri Oktober (b), Hasil Overlay (c)

Setelah dilakukan overlay pada kedua batimetri tersebut, didapatkan total net volume selama 2 bulan sebesar 35.585 m^3 dengan rata rata penambahan ketinggian sedimen sebesar 0,705 m. Sehingga laju sedimentasi pada bulan Agustus-Oktober adalah 0,352 m/bulan. Apabila dibandingkan dengan hasil overlay sebelumnya, dapat dilihat bahwa sedimentasi yang terjadi tidak sebesar pada bulan Juni-Agustus. Hal tersebut dikarenakan kondisi dasar kolam labuh yang sudah mulai stabil apabila dibandingkan dengan kondisi setelah dilakukan pengerukan pada bulan Juni.

4.2.3. Laju Sedimentasi Oktober 2016 – Desember 2016

Pada bulan Desember 2016 dilakukan sounding rutin yang bertujuan untuk memantau kedalaman dermaga domestik. Berikut adalah batimetri Oktober 2016 dan Desember 2016 serta hasil overlay antara 2 batimetri tersebut.



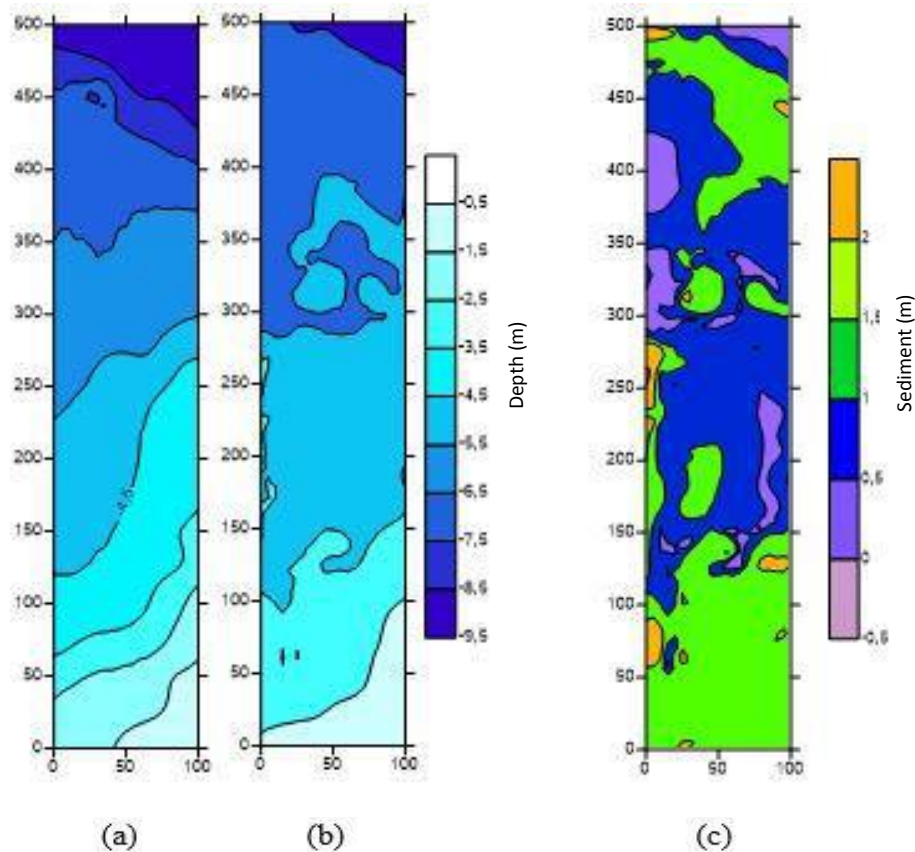
Gambar 4.4 Batimetri Oktober (a), Batimetri Desember (b), Hasil Overlay (c)

Setelah dilakukan overlay pada kedua batimetri tersebut, didapatkan total net volume selama 2 bulan sebesar 27.534 m^3 dengan rata rata penambahan ketinggian sedimen sebesar 0,543 m. Sehingga laju sedimentasi pada bulan Oktober-Desember adalah 0,271 m/bulan. Apabila dibandingkan dengan hasil overlay sebelumnya, dapat dilihat bahwa sedimentasi yang terjadi lebih kecil daripada periode periode yang sebelumnya. Hal tersebut dikarenakan kondisi tanah dasar kolam labuh yang sudah lebih stabil. Pada batimetri bulan desember terlihat bahwa kemiringan tanah dasar kolam labuh

sudah mulai merata, hal tersebut dapat diketahui dari jarak antar level kontur yang relatif sama.

4.2.4. Laju Sedimentasi Desember 2016 – April 2017

Pada bulan April 2017 dilakukan sounding rutin yang bertujuan untuk memantau kedalaman dermaga domestik. Berikut adalah batimetri Desember 2016 dan April 2017 serta hasil overlay antara 2 batimetri tersebut.



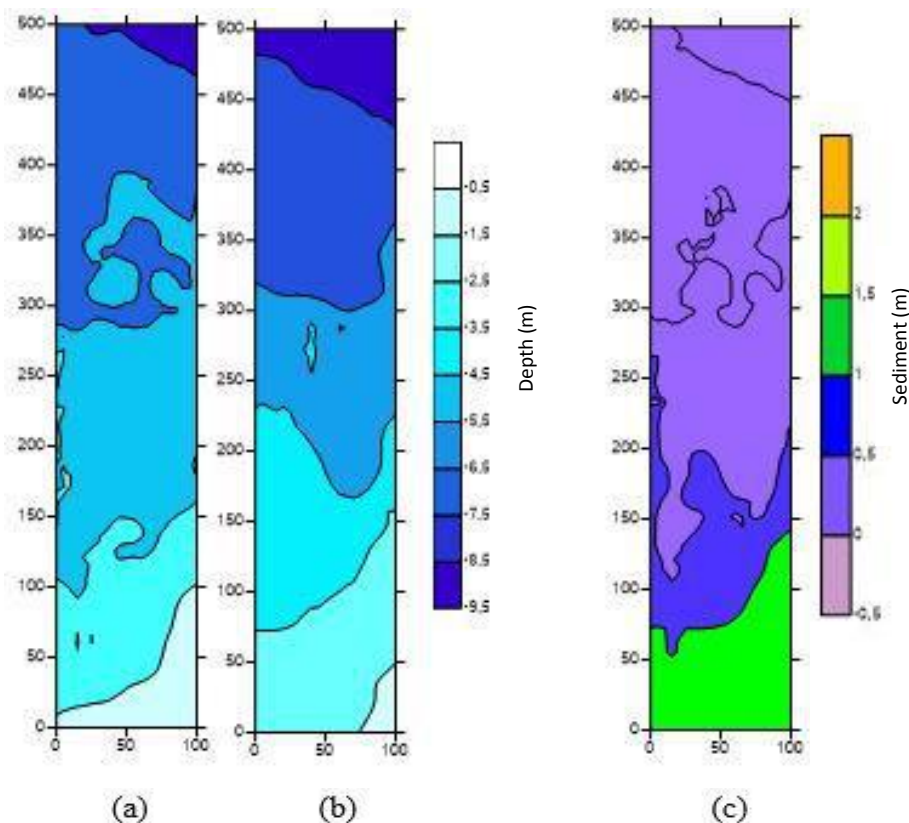
Gambar 4.5 Batimetri Desember (a), Batimetri April (b), Hasil Overlay (c)

Setelah dilakukan overlay pada kedua batimetri tersebut, didapatkan total net volume selama 4 bulan sebesar 26.257 m^3 dengan rata rata penambahan ketinggian sedimen sebesar 0,515 m. Sehingga laju sedimentasi pada bulan Desember-April adalah 0,153 m/bulan. Apabila dibandingkan dengan hasil overlay sebelumnya, terlihat bahwa sedimentasi yang terjadi lebih rendah daripada periode Oktober-Desember. Hal tersebut dikarenakan kondisi tanah dasar kolam labuh yang sudah lebih stabil. Tetapi pada batimetri bulan April

terlihat bahwa kedalaman dermaga semakin berkurang. Ditunjukkan bahwa bagian tengah dermaga (150-300m) yang merupakan area utama kapal sandar dan bongkar muat, kedalamannya sudah mencapai -5 hingga -4,5 meter. Apabila dibandingkan dengan kondisi awal yaitu -7,5 meter, artinya sudah terjadi penambahan sedimen setinggi 2,5-3 meter pada area tersebut selama 10 bulan.

4.2.5. Laju Sedimentasi April 2017 – Juni 2017

Pada bulan Juni 2017 dilakukan sounding rutin yang bertujuan untuk memantau kedalaman dermaga domestik dan sebagai persiapan untuk melakukan pengerukan dikarenakan sedimentasi yang terjadi sudah sangat tinggi, yang ditunjukkan pada batimetri bulan April. Berikut adalah batimetri April 2017 dan Juni 2017 serta hasil overlay antara 2 batimetri tersebut.



Gambar 4.6 Batimetri April (a), Batimetri Juni (b), Hasil Overlay (c)

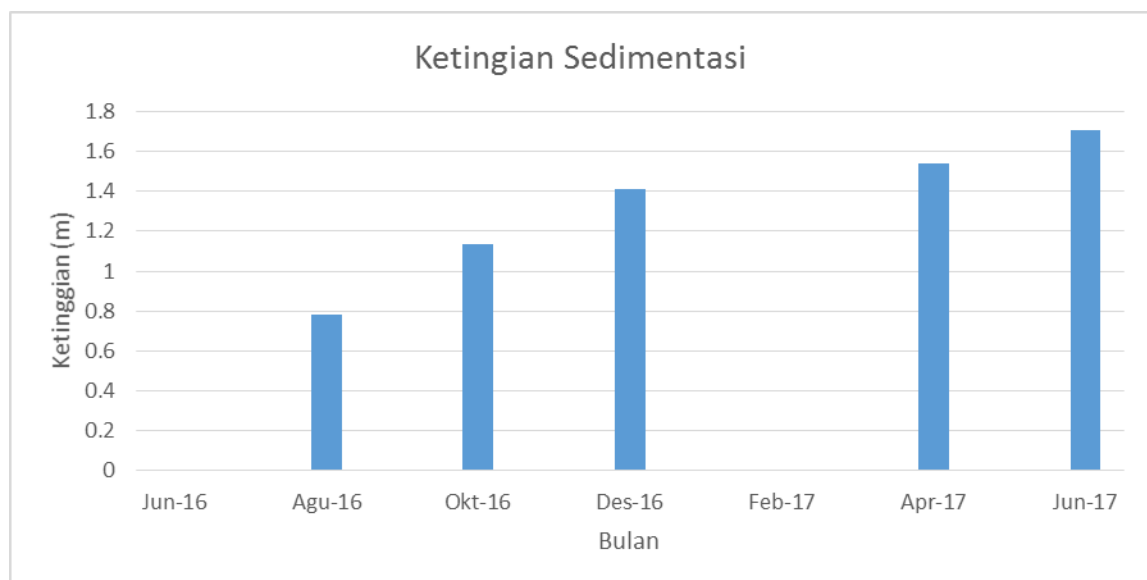
Setelah dilakukan overlay pada kedua batimetri tersebut, didapatkan total net volume selama 2 bulan sebesar 17.148 m³ dengan rata rata penambahan ketinggian sedimen sebesar 0,334 m. Sehingga laju sedimentasi pada bulan April-Juni adalah 0,167 m/bulan. Apabila dibandingkan dengan hasil overlay sebelumnya, terlihat bahwa sedimentasi yang terjadi sedikit lebih besar daripada periode Desember-April.

4.2.6. Perbandingan Laju Sedimentasi pada Tahun Sebelumnya

Setelah dilakukan perhitungan dan analisa menggunakan bantuan software surfer dan didapatkan hasil laju sedimentasi pada tiap periode sounding, maka selanjutnya dapat dibandingkan antara nilai laju sedimentasi dari tiap tiap periode sounding. Perbandingan akan ditunjukkan dalam bentuk tabel dan grafik berikut ini:

Tabel 4.1. Rata Rata Ketinggian Sedimentasi Tiap Periode Sounding

PERIODE	VOLUME (m3)	LUAS AREA (m2)	Sedimentasi (m)
AGUSTUS 2016	78.556	50.000	0,78
OKTOBER 2016	35.585	50.000	1,13
DESEMBER2016	27.534	50.000	1,40
APRIL 2017	26.257	50.000	1,54
JUNI 2017	17.148	50.000	1,70

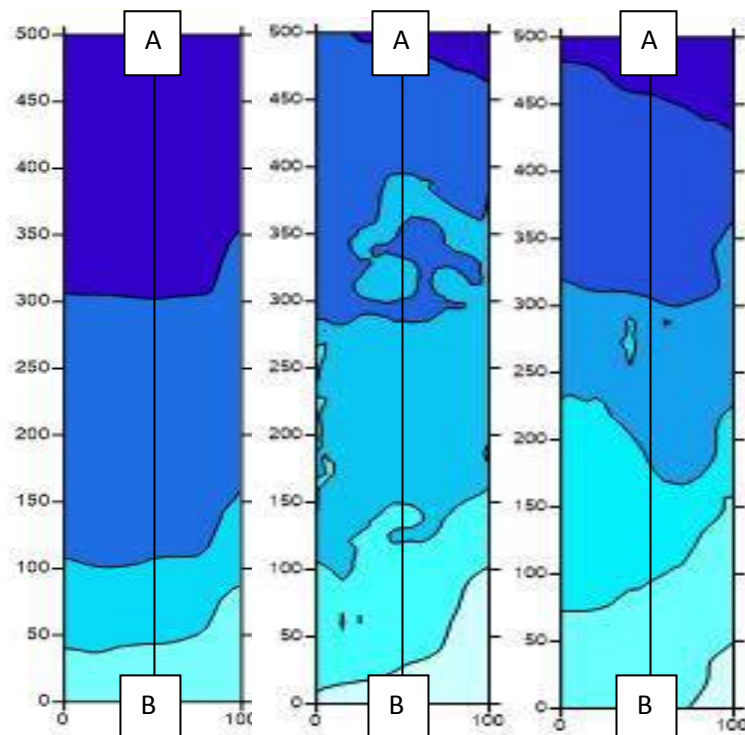


Gambar 4.7. Ketinggian Sedimentasi Tiap Periode Sounding

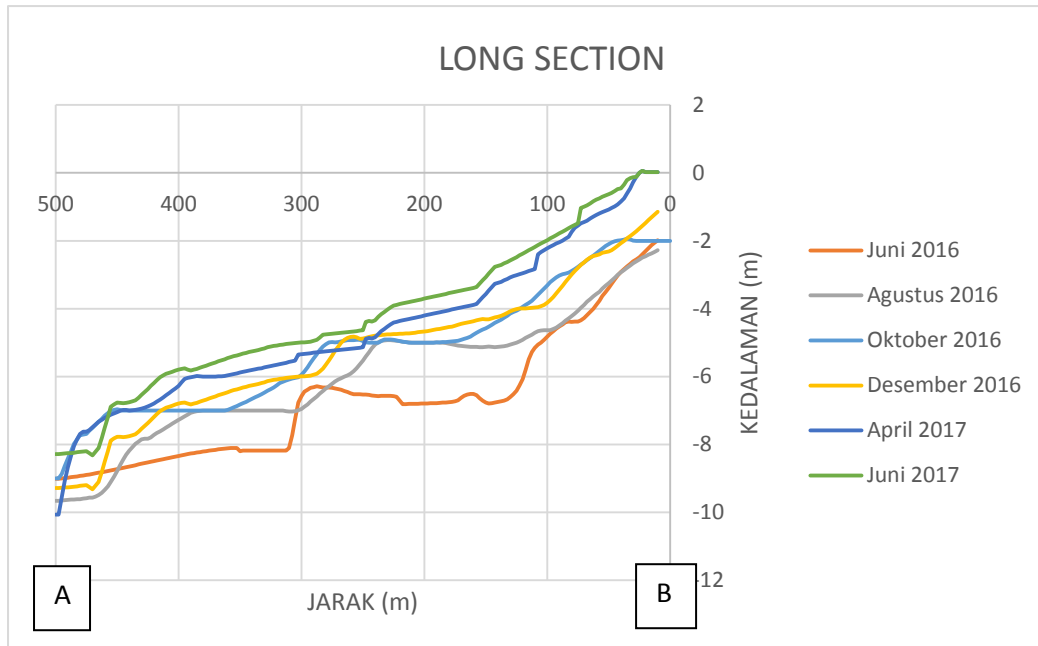
Pada gambar 4.14. terlihat bahwa laju sedimentasi tertinggi yaitu pada bulan Juni 2016 – Agustus 2016 dengan laju sedimentasi sebesar 0,784 meter/bulan. Besarnya nilai laju sedimentasi pada periode tersebut dikarenakan pada bulan Juni

2016 telah dilakukan pengerukan sehingga daerah kolam labuh memiliki kedalaman yang lebih dalam daripada sekitarnya, sehingga material sedimen mengisi area tersebut. Selain itu kemiringan slope akibat pengerukan menyebabkan kondisi tanah yang tidak stabil sehingga memungkinkan terjadi longsor lereng pada area kolam labuh. Pada periode selanjutnya laju sedimentasi mengalami penurunan dikarenakan kondisi tanah yang mulai stabil. Secara keseluruhan, Laju sedimentasi yang terjadi selama periode 2016-2017 adalah 1,70 meter/tahun.

Apabila dilakukan pemotongan secara memanjang pada tiap batimetri dimana pemotongan dilakukan pada jarak 50 meter dari dermaga. Maka akan didapatkan Long section dari masing masing peta batimetri yang dapat dibandingkan dengan gambar berikut ini.



Gambar 4.8. Contoh Potongan Memanjang pada Batimetri

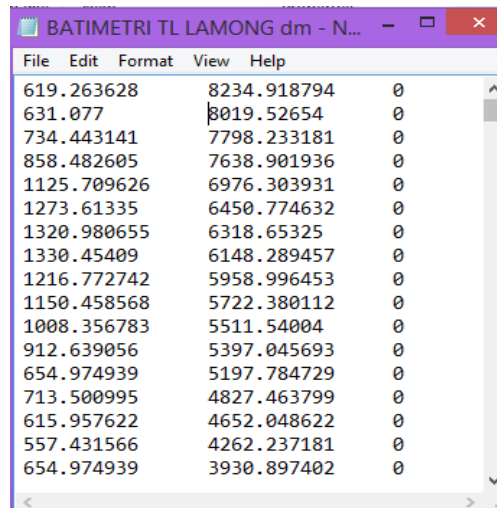


Gambar 4.9. Perbandingan Profil Long Section Tiap Periode Sounding

4.3. Data

4.3.1. Batimetri

Peta batimetri yang digunakan didapatkan dari hasil pengukuran sounding yang dilakukan pada tanggal 11 April 2017. Berikut adalah peta batimetri dalam bentuk format .XYZ:

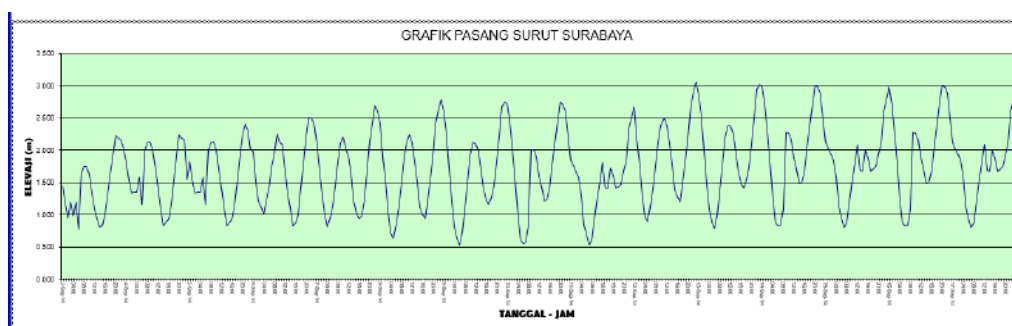


File	Edit	Format	View	Help
619.263628	8234.918794	0		
631.077	8019.52654	0		
734.443141	7798.233181	0		
858.482605	7638.901936	0		
1125.709626	6976.303931	0		
1273.61335	6450.774632	0		
1320.980655	6318.65325	0		
1330.45409	6148.289457	0		
1216.772742	5958.996453	0		
1150.458568	5722.380112	0		
1008.356783	5511.54004	0		
912.639056	5397.045693	0		
654.974939	5197.784729	0		
713.500995	4827.463799	0		
615.957622	4652.048622	0		
557.431566	4262.237181	0		
654.974939	3930.897402	0		

Gambar 4.10 Peta batimetri dalam format .XYZ

4.3.2. Data Pasang Surut

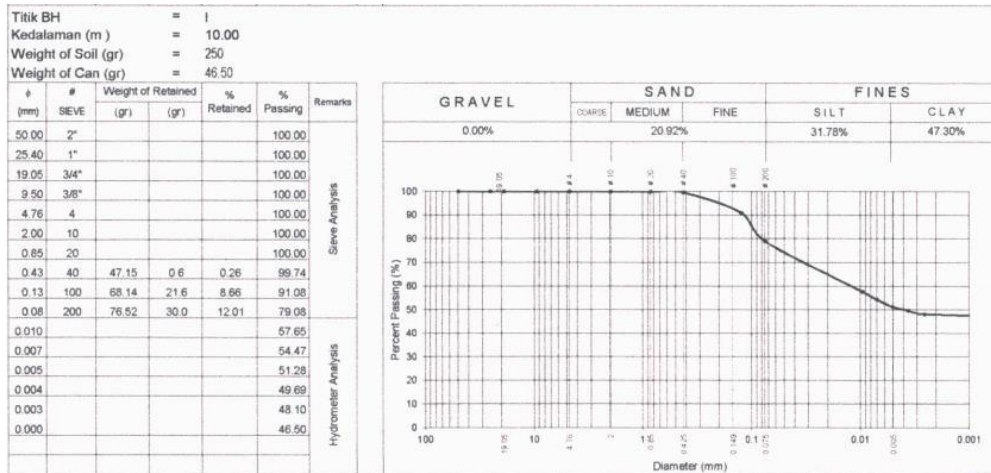
Data pasang surut menggunakan pasang surut Surabaya tahun 2014. Data pasang surut selanjutnya di plot menjadi grafik sehingga didapatkan pasang tertinggi dan surut terendah. Berikut adalah grafik pasang surut yang digunakan:



Gambar 4.11 Data Pasang surut

4.3.3. Data Tanah

Data tanah yang digunakan adalah data tanah sekitar lokasi dermaga TPS berdasarkan hasil survei pada tahun 2015. Berikut adalah data tanah yang digunakan pada penelitian ini:

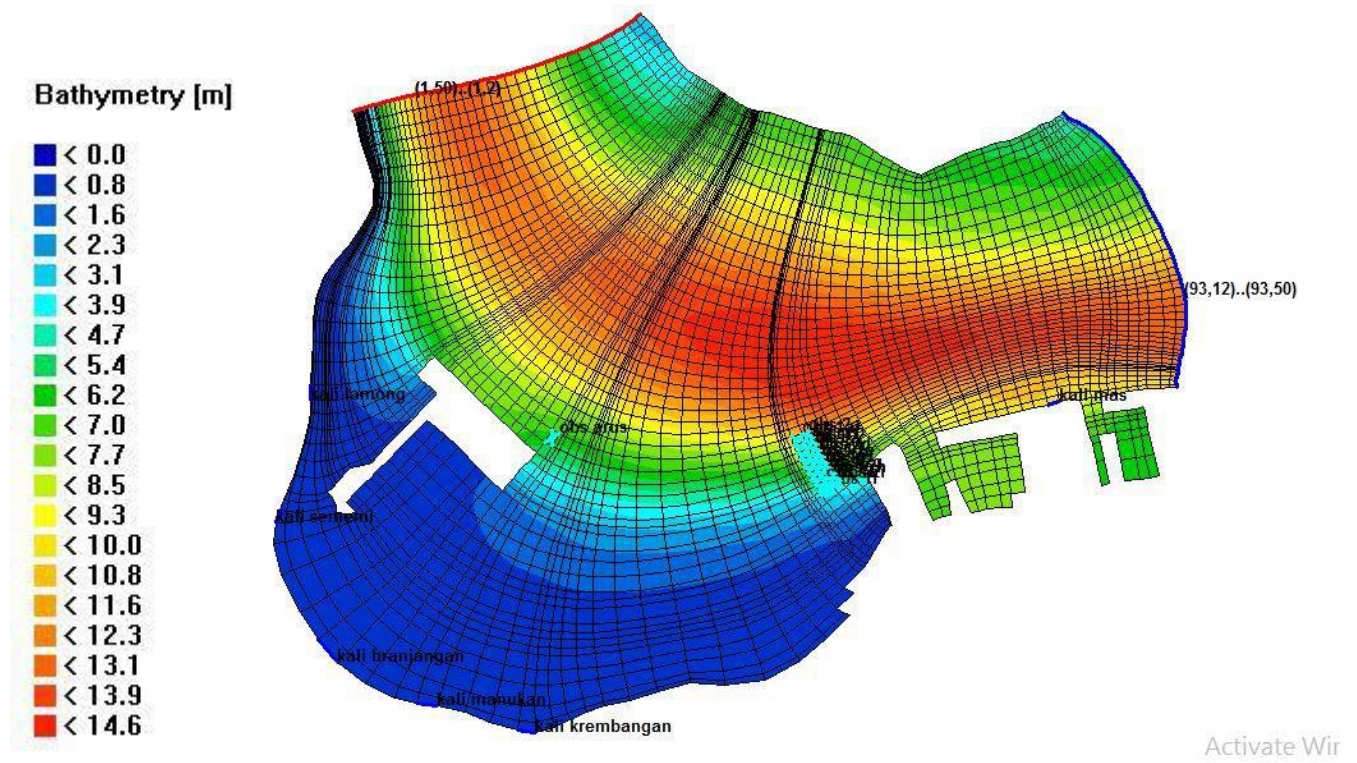


Gambar 4.12 Data tanah

4.4. Pembuatan Model

4.4.1. Model Batimetri

Untuk melakukan input batimetri, dimulai dengan pembuatan Grid sesuai dengan land boundary pada kondisi sebenarnya. Setelah melakukan pembuatan grid, Input batimetri dilakukan melalui menu Delft 3D – QUICKIN dengan cara memasukkan grid yang telah dibuat dan kordinat x,y,z hasil survey sounding. Peta batimetri didapatkan dari pihak PT. Terminal Petikemas Surabaya.



Gambar 4.13 Area Studi

4.4.2. Kondisi Batas Lingkungan

Kondisi batas lingkungan yang digunakan dalam permodelan ini adalah data pasang surut Surabaya, data debit kali lamong, data TSS. Data pasang surut yang digunakan adalah pasang surut surabaya tahun 2015. Data debit dan konsentrasi sedimen pada sungai di sekitar teluk lamong menggunakan data rata rata tahunan sebagai berikut

Tabel 4.2 Data Sungai di sekitar Teluk Lamong

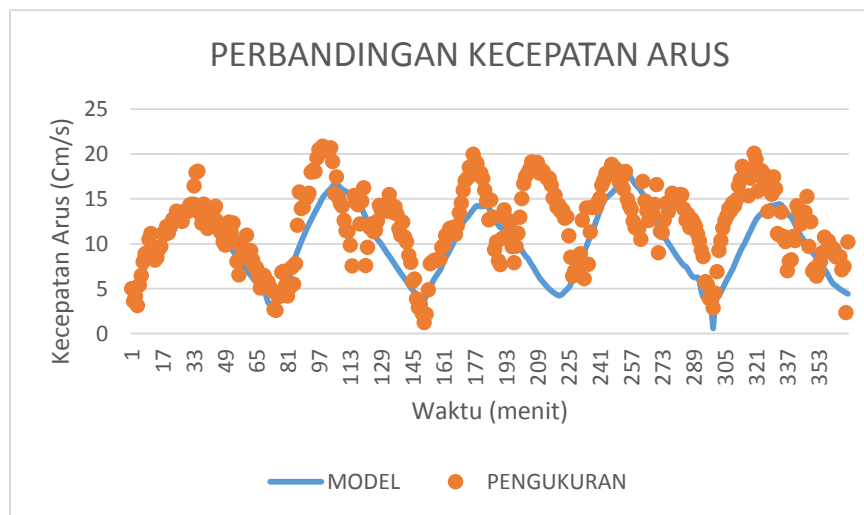
Nama Sungai	Debit (m^3/s)	Konsentrasi (Kg/m^3)
Kali Lamong	43,05	0,074
Kali Sememi	4,52	0,015
Kali Branjangan	3,6	0,013
Kali Manukan	5,8	0,026

Nama Sungai	Debit (m ³ /s)	Konsentrasi (Kg/m ³)
Kali Krembangan	3,8	0,014
Kali Mas	19,09	0,025

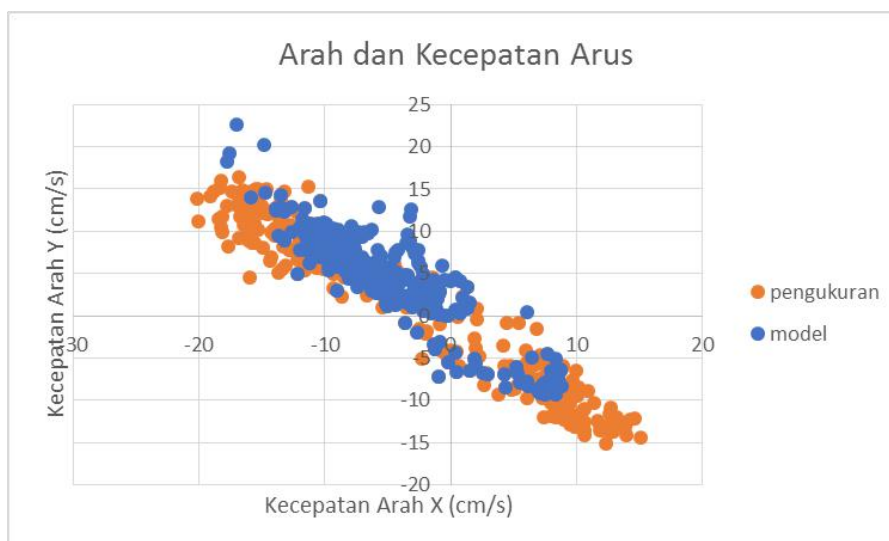
(sumber: Laporan Amdal Reklamasi Teluk Lamong)

4.4.3. Validasi Model

Validasi Model dilakukan dengan cara membandingkan kecepatan arus hasil permodelan dengan kecepatan arus hasil pengukuran. Pengukuran dilakukan pada titik input arus. Setelah dilakukan perbandingan didapatkan kesalahan sebesar 27,05%, Hasil Perbandingan akan disajikan dalam bentuk Grafik sebagai berikut



Gambar 4.14 Perbandingan Kecepatan arus model dan pengukuran

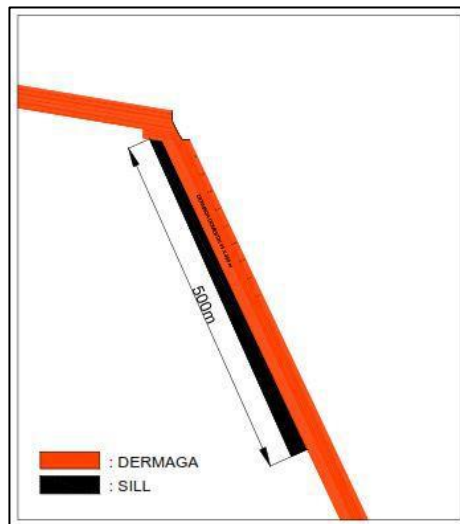


Gambar 4.14 Perbandingan Arah dan Kecepatan arus Model dan Pengukuran

Dari gambar diatas terlihat bahwa antara model dan pengukuran sudah memiliki pola yang sama namun masih terdapat perbedaan pada besaran nilai kecepatan arusnya. Perbedaan tersebut wajar terjadi dikarenakan adanya perbedaan batimetri model dengan batimetri sesungguhnya karena batimetri model merupakan hasil interpolasi. Selain itu faktor eksternal diantaranya adanya pengaruh benda / kapal yang melintas pada saat proses pengukuran kecepatan arus juga memungkinkan terjadinya perbedaan antara model dan pengukuran.

4.4.4. Layout Model Alternatif 1

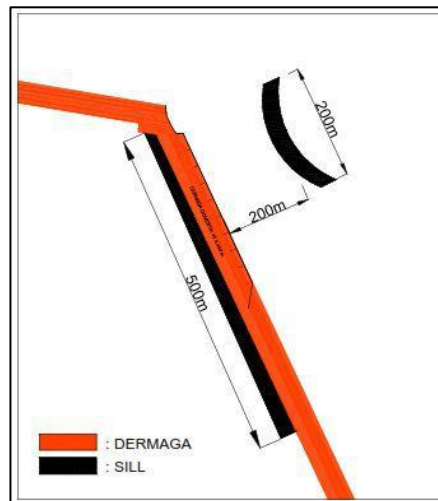
Skenario model penahan sedimen alternatif 1 adalah dilakukan modifikasi pada Dermaga Domestik berupa bangunan penahan sepanjang sisi kiri Dermaga Domestik dengan dimensi 500 meter.berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, sumber sedimen terbesar TPS berasal dari Kali Lamong. Maka dari itu, Bangunan ini diharapkan dapat menahan sedimen yang datang dari arah teluk lamong agar tidak masuk ke kolam dermaga.



Gambar 4.15 Layout bangunan penahan sedimen alternatif 1

4.4.5. *Layout Model Alternatif 2*

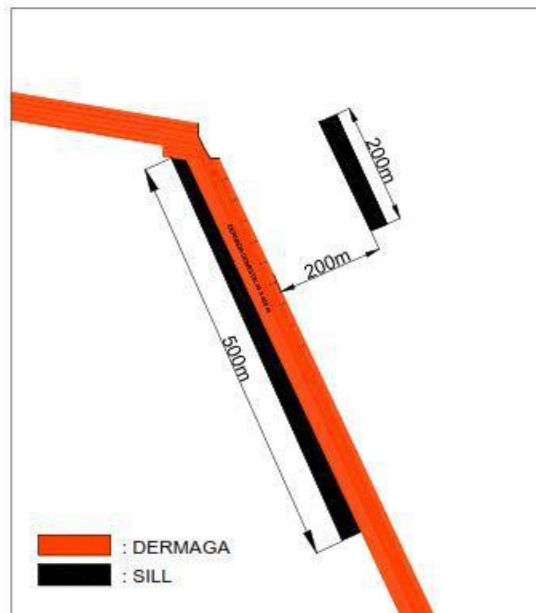
Skenario model penahan sedimen alternatif 2 adalah dilakukan modifikasi pada model alternatif 1 berupa bangunan penahan pada bagian kanan Dermaga Domestik dengan bentuk kurva berdimensi 200 meter. Modifikasi ini diharapkan dapat menahan sedimen yang datang dari arah Surabaya. Karena berdasarkan hasil permodelan alternatif 1 dapat dilihat masih ada beberapa tumpukan sedimen yang kemungkinan berasal dari arah Surabaya.



Gambar 4.16 Layout bangunan penahan sedimen alternatif 2

4.4.6. *Layout Model Alternatif 3*

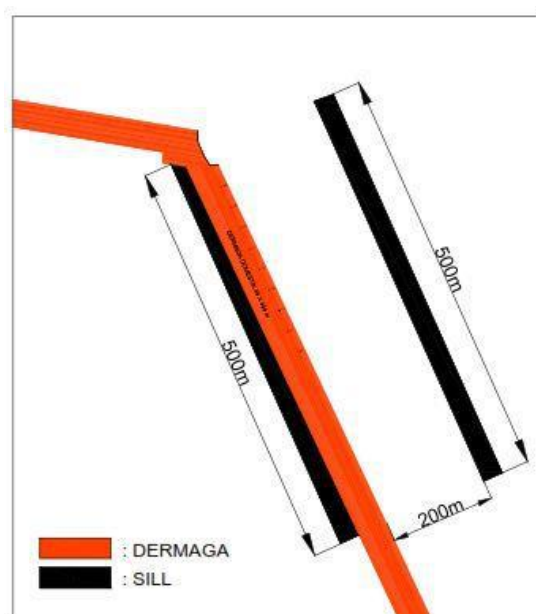
Skenario model penahan sedimen alternatif 3 adalah dilakukan modifikasi pada model alternatif 1 berupa bangunan penahan pada bagian kanan Dermaga Domestik dengan dimensi panjang 200 meter seperti gambar berikut:



Gambar 4.17 Layout bangunan penahan sedimen alternatif 3

4.4.7. *Layout Model Alternatif 4*

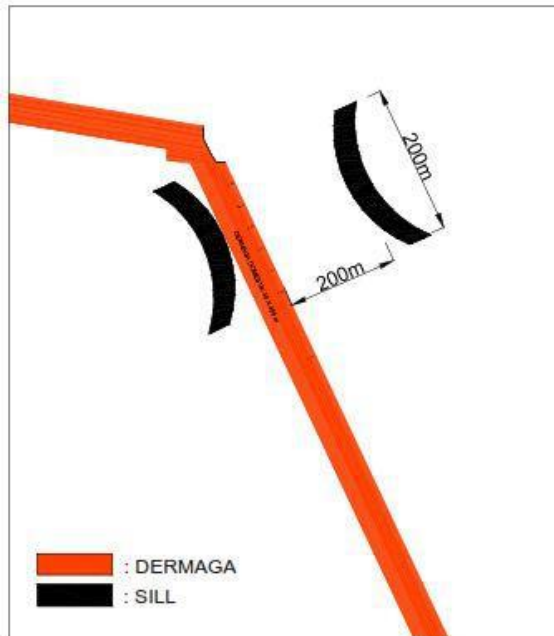
Skenario model penahan sedimen alternatif 4 adalah dilakukan modifikasi pada model alternatif 1 berupa bangunan penahan pada bagian kanan Dermaga Domestik dengan bentuk dan dimensi yang sama dengan model 1 yaitu dengan panjang 500 meter seperti gambar berikut:



Gambar 4.18 Layout bangunan penahan sedimen alternatif 4

4.4.8. *Layout Model Alternatif 5*

Skenario model penahan sedimen alternatif 5 adalah dilakukan modifikasi pada dermaga domestik dengan penambahan bangunan berbentuk kurva dengan dimensi panjang 200 meter pada kanan dan kiri dermaga seperti gambar berikut:

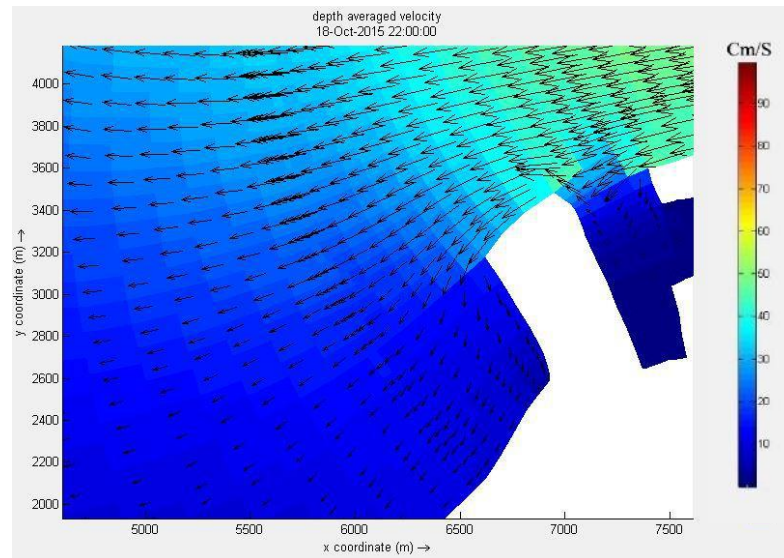


Gambar 4.19 Layout bangunan penahan sedimen alternatif 5

4.5. Simulasi Hidrodinamik

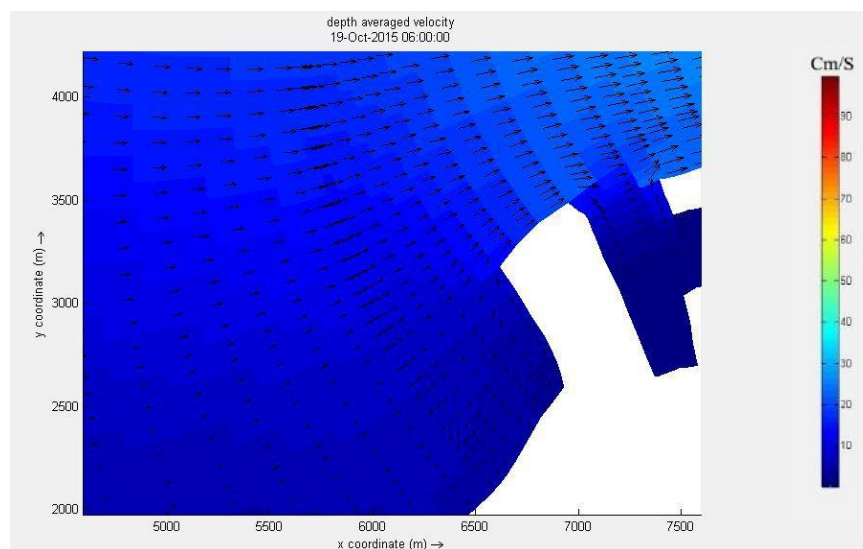
4.5.1. Pola Arus Kondisi Existing

Hasil dari simulasi hidrodinamik untuk kecepatan dan arah arus pada kondisi eksisting adalah sebagai berikut:



Gambar 4.20 Arah dan kecepatan arus pada saat pasang tertinggi

Gambar diatas menunjukkan pola arus pada saat pasang tertinggi. Dapat dilihat bahwa arah arus berasal dari arah Surabaya menuju arah Teluk lamong dengan kecepatan rata rata sebesar 22,371 cm/s.

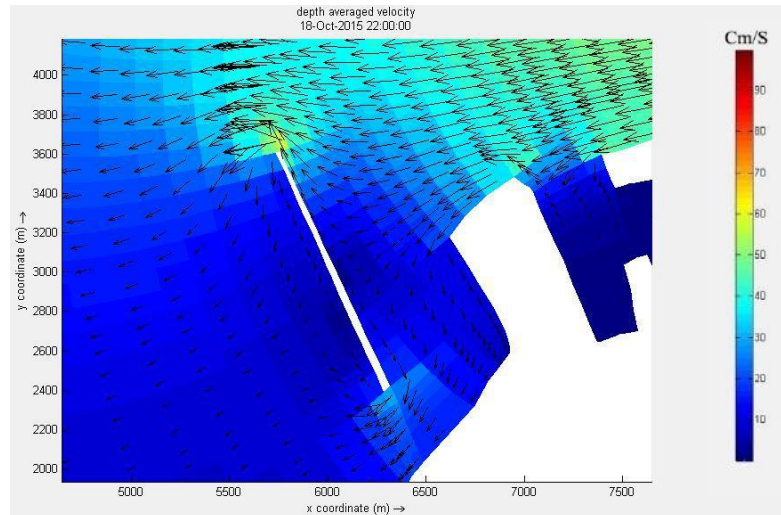


Gambar 4.21 Arah dan kecepatan arus pada saat surut terendah

Gambar diatas menunjukkan pola arus pada saat surut terrendah. Dapat dilihat bahwa arah arus berasal dari arah Teluk Lamong menuju Surabaya dengan kecepatan rata rata sebesar 22,137 cm/s.

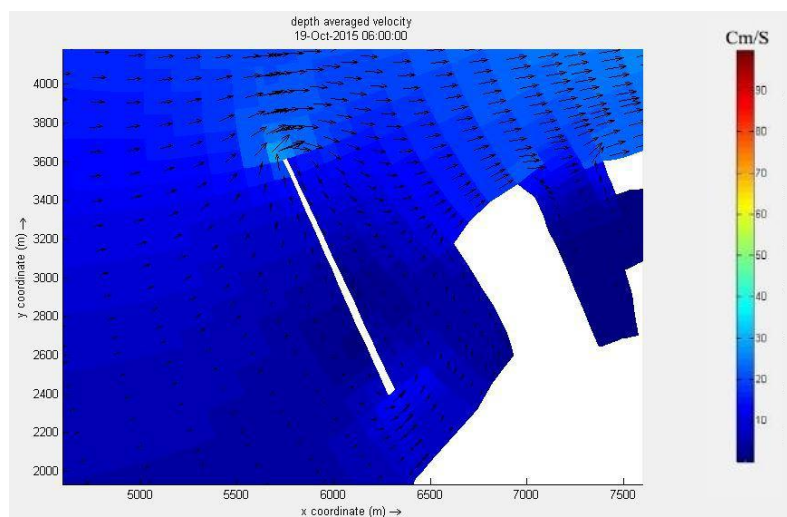
4.5.2. Pola Arus Model 1

Hasil dari simulasi hidrodinamik untuk kecepatan dan arah arus pada kondisi model alternatif 1 adalah sebagai berikut:



Gambar 4.22. Arah dan kecepatan arus pada saat pasang tertinggi

Gambar diatas menunjukkan pola arus pada saat pasang tertinggi. Dapat dilihat bahwa arah arus berasal dari arah Surabaya menuju Teluk Lamong dengan kecepatan rata rata sebesar 20,841cm/s. Dengan kecepatan pada bagian tengah struktur memiliki nilai yang lebih rendah daripada ujung struktur dikarenakan tertahan oleh struktur.

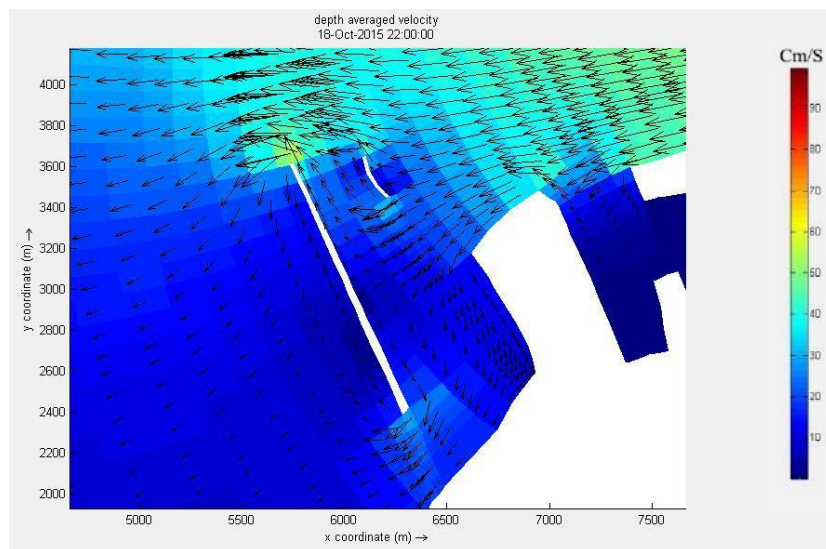


Gambar 4.23 Arah dan kecepatan arus pada saat Surut Terendah

Gambar diatas menunjukkan pola arus pada saat surut terendah. Dapat dilihat bahwa arah arus berasal dari arah Teluk Lamong menuju Surabaya dengan kecepatan rata rata sebesar 20,153cm/s. Dengan kecepatan pada bagian tengah struktur memiliki nilai yang lebih rendah daripada ujung struktur dikarenakan tertahan oleh struktur. Pada saat surut, kecepatan arus lebih rendah daripada kecepatan arus saat pasang.

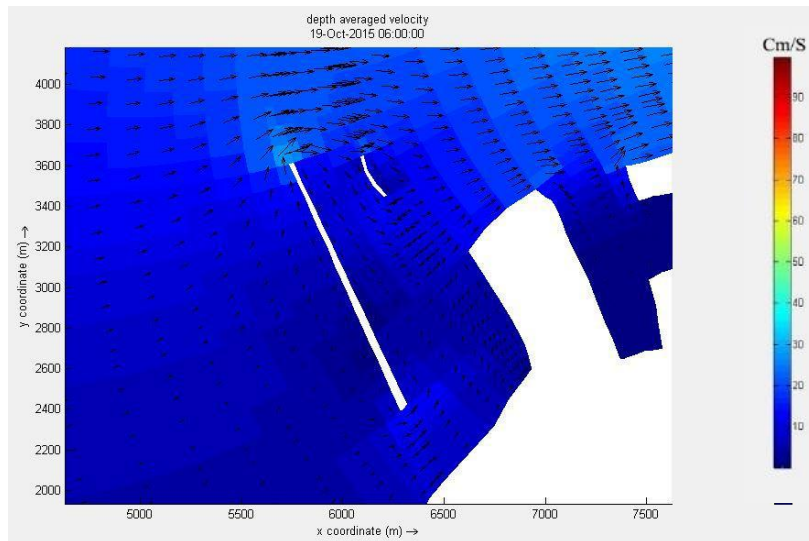
4.5.3. Pola Arus Model 2

Hasil dari simulasi hidrodinamik untuk kecepatan dan arah arus pada kondisi model alternatif 2 adalah sebagai berikut:



Gambar 4.24 Arah dan kecepatan arus pada saat pasang tertinggi

Gambar diatas menunjukkan pola arus pada saat pasang tertinggi. Dapat dilihat bahwa arah arus berasal dari arah Surabaya menuju Teluk Lamong dengan kecepatan rata rata sebesar 19,826cm/s. Terlihat bahwa struktur alternatif 2 mampu membelokkan arus yang akan masuk ke arah dalam dermaga. namun terjadi penurunan kecepatan arus di beberapa titik yang didominasi pada bagian tengah dermaga

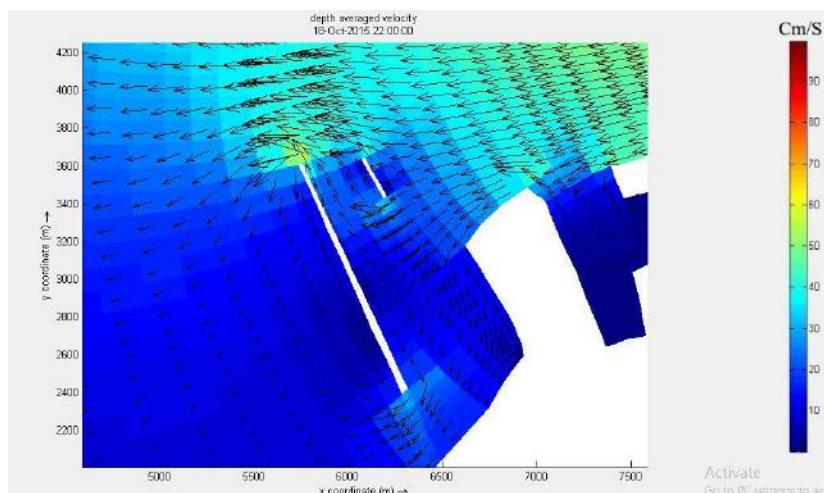


Gambar 4.25 Arah dan kecepatan arus pada saat Surut Terendah

Gambar diatas menunjukkan pola arus pada saat surut terendah. Dapat dilihat bahwa arah arus berasal dari arah Teluk Lamong menuju Surabaya dengan kecepatan rata rata sebesar 15,766cm/s. Apabila dibandingkan, terlihat adanya penurunan kecepatan arus yang diakibatkan karena tertahan oleh bagian struktur.

4.5.4. Pola Arus Model 3

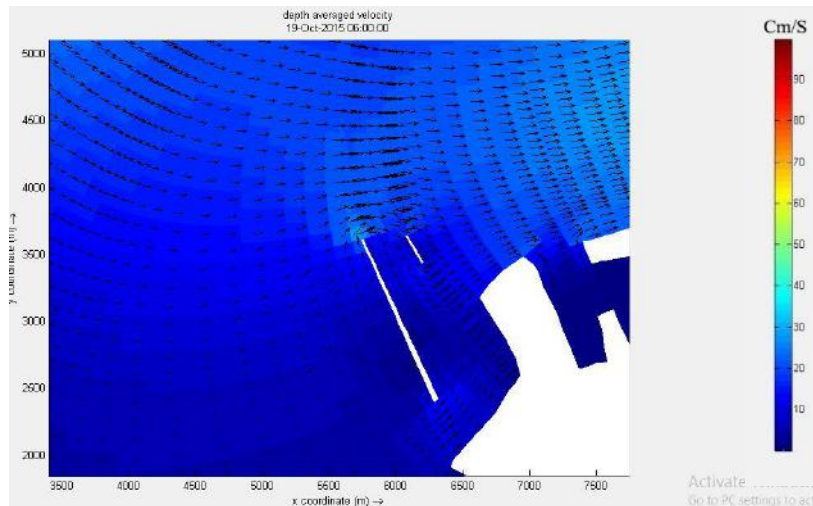
Hasil dari simulasi hidrodinamik untuk kecepatan dan arah arus pada kondisi model alternatif 3 adalah sebagai berikut:



Gambar 4.26 Arah dan kecepatan arus pada saat pasang tertinggi

Gambar diatas menunjukkan pola arus pada saat pasang tertinggi. Dapat dilihat bahwa arah arus berasal dari arah Surabaya menuju Teluk Lamong dengan

kecepatan rata rata sebesar 18,21cm/s. Terlihat bahwa struktur alternatif 3 mampu membelokkan arus yang akan masuk ke arah dalam dermaga. namun terjadi penurunan kecepatan arus di beberapa titik yang didominasi pada bagian tengah dermaga

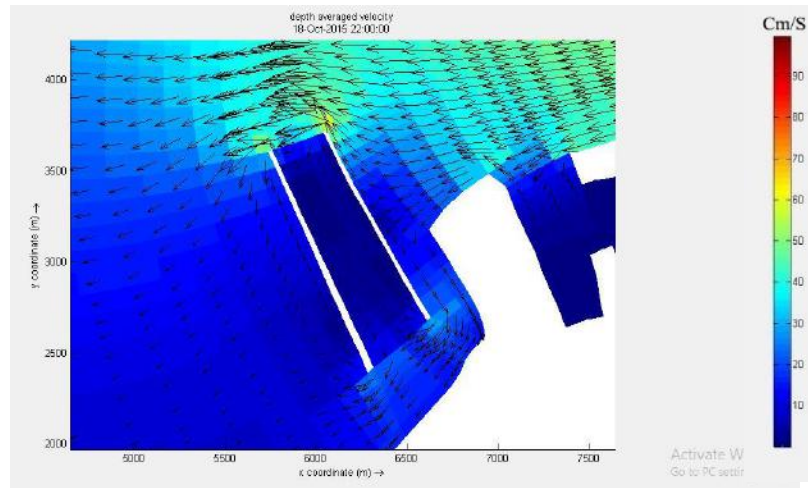


Gambar 4.27 Arah dan kecepatan arus pada saat Surut Terendah

Gambar diatas menunjukkan pola arus pada saat surut terendah. Dapat dilihat bahwa arah arus berasal dari arah Teluk Lamong menuju Surabaya dengan kecepatan rata rata sebesar 13,916cm/s, terlihat adanya penurunan kecepatan arus yang diakibatkan karena tertahan oleh bagian struktur.

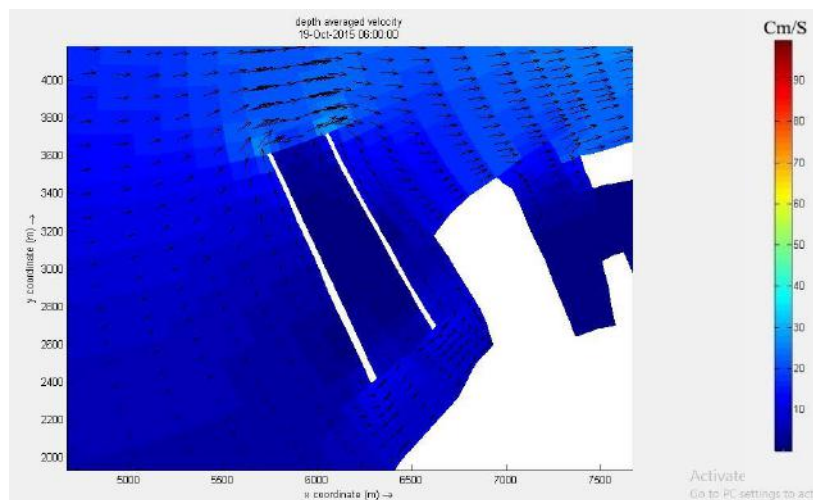
4.5.5. Pola Arus Model 4

Hasil dari simulasi hidrodinamik untuk kecepatan dan arah arus pada kondisi model alternatif 4 adalah sebagai berikut:



Gambar 4.28 Arah dan kecepatan arus pada saat pasang tertinggi

Gambar diatas menunjukkan pola arus pada saat pasang tertinggi. Dapat dilihat bahwa arah arus berasal dari arah Surabaya menuju Teluk Lamong dengan kecepatan rata rata sebesar 18,77cm/s. Terlihat bahwa struktur alternatif 4 mampu membelokkan arus yang akan masuk ke arah dalam dermaga. namun terjadi penurunan kecepatan arus di beberapa titik yang didominasi pada bagian tengah dermaga

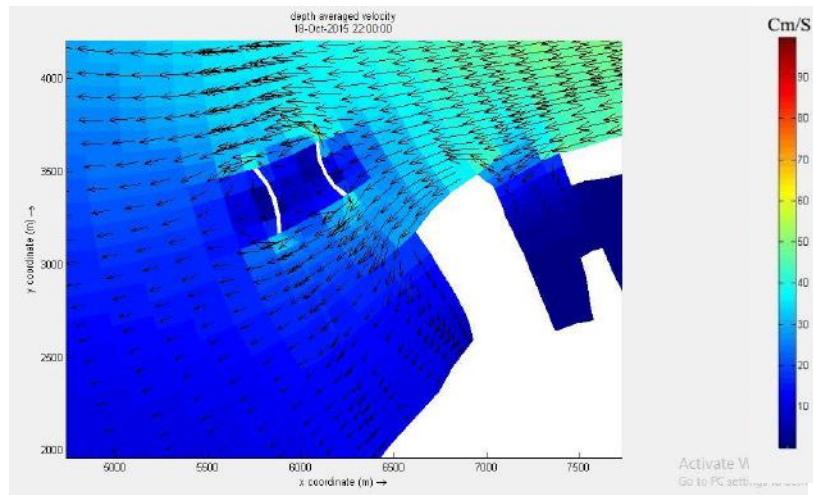


Gambar 4.29 Arah dan kecepatan arus pada saat Surut Terendah

Gambar diatas menunjukkan pola arus pada saat surut terendah. Dapat dilihat bahwa arah arus berasal dari arah Teluk Lamong menuju Surabaya dengan kecepatan rata rata sebesar 13,2 cm/s, terlihat adanya penurunan kecepatan arus yang diakibatkan karena tertahan oleh bagian struktur.

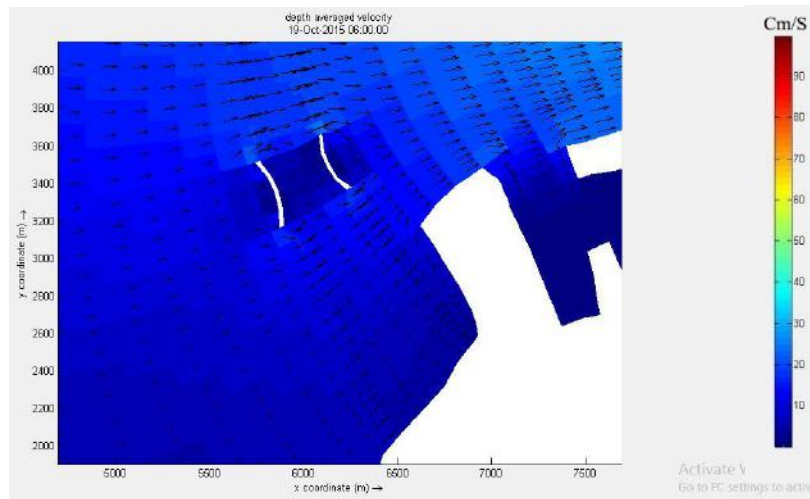
4.5.6. Pola Arus Model 5

Hasil dari simulasi hidrodinamik untuk kecepatan dan arah arus pada kondisi model alternatif 5 adalah sebagai berikut:



Gambar 4.30 Arah dan kecepatan arus pada saat pasang tertinggi

Gambar diatas menunjukkan pola arus pada saat pasang tertinggi. Dapat dilihat bahwa arah arus berasal dari arah Surabaya menuju Teluk Lamong dengan kecepatan rata rata sebesar 19,14cm/s. Terlihat bahwa struktur alternatif 5 mampu membelokkan arus yang akan masuk ke arah dalam dermaga. namun terjadi penurunan kecepatan arus di beberapa titik yang didominasi pada bagian ujung dermaga



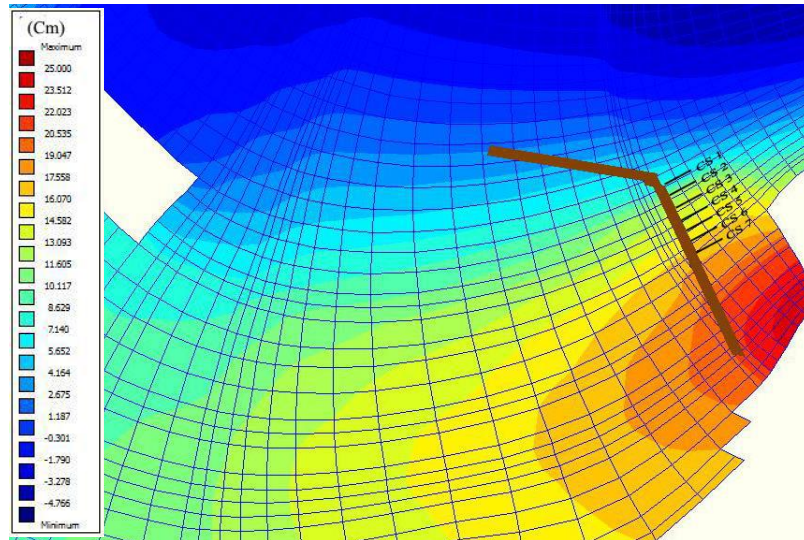
Gambar 4.31 Arah dan kecepatan arus pada saat Surut Terendah

Gambar diatas menunjukkan pola arus pada saat surut terendah. Dapat dilihat bahwa arah arus berasal dari arah Teluk Lamong menuju Surabaya dengan kecepatan rata rata sebesar 16,22cm/s, terlihat adanya penurunan kecepatan arus yang diakibatkan karena tertahan oleh bagian struktur.

4.6. Simulasi Sedimentasi

4.6.1. Simulasi Sedimentasi Kondisi Existing

Setelah dilakukan simulasi selama 30 hari, Hasil dari simulasi sedimentasi pada kondisi eksisting adalah sebagai berikut:



Gambar 4.32 Hasil output simulasi sedimentasi pada kondisi eksisting

Gambar menunjukkan output sedimentasi pada kondisi eksisting setelah dilakukan simulasi selama 30 hari. Pada gambar terlihat bahwa arah datangnya sedimen didominasi dari arah teluk lamong. Terlihat telah ada tumpukan sedimen pada bagian belakang hingga tengah dermaga (KD 0-400). Serta terjadi erosi pada bagian ujung dermaga (KD 400-500). Secara detail, nilai erosi-sedimentasi dapat dilihat pada tabel Cross Section sebagai berikut:

Tabel 4.3 Laju sedimentasi pada model eksisting

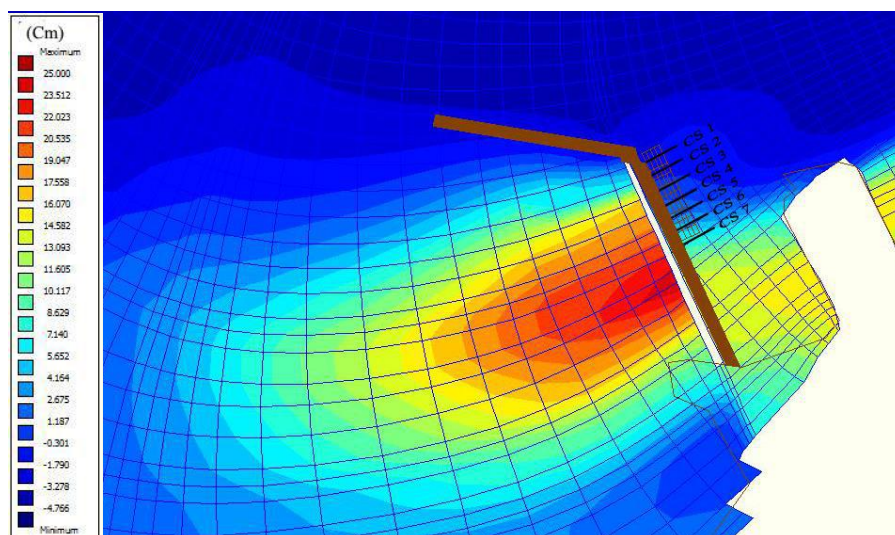
CROSS SECTION	LAJU (CM/ Bulan)
CS 1	-3,8
CS 2	13,8
CS 3	15,7
CS 4	19,3
CS 5	22,2

CROSS SECTION	LAJU (CM/ Bulan)
CS 6	23,3
CS 7	24,9
RATA RATA	16,5

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai rata rata sedimentasi di tiap cross section adalah 16,50 cm/bulan. Dengan nilai sedimentasi tertinggi terletak pada section 7 yaitu 24,97 cm/bulan dan nilai sedimentasi terendah terletak pada section 1 yaitu -3,84 cm/bulan. Nilai (-) menunjukkan bahwa terjadi erosi di section tersebut. Apabila sedimentasi yang terjadi dianggap linear, maka rata rata laju sedimentasi selama 1 tahun adalah 1,98 meter.

4.6.2. Simulasi Sedimentasi Model 1

Setelah dilakukan simulasi selama 30 hari, Hasil dari simulasi sedimentasi pada kondisi model alternatif 1 adalah sebagai berikut:



Gambar 4.33. Hasil output simulasi sedimentasi pada kondisi alternatif 1

Pada gambar terlihat bahwa telah ada pengurangan tumpukan sedimen pada section 2 sampai 7. Serta terjadi tumpukan sedimen pada sisi luar struktur dengan nilai yang cukup tinggi. Hal tersebut menunjukkan bahwa struktur cukup mampu menahan sedimen dari arah teluk lamong. Tetapi masih ada tumpukan sedimen di

sisi dalam struktur yang diakibatkan oleh kecepatan arus yang rendah pada daerah tersebut. Secara detail, nilai erosi-sedimentasi dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

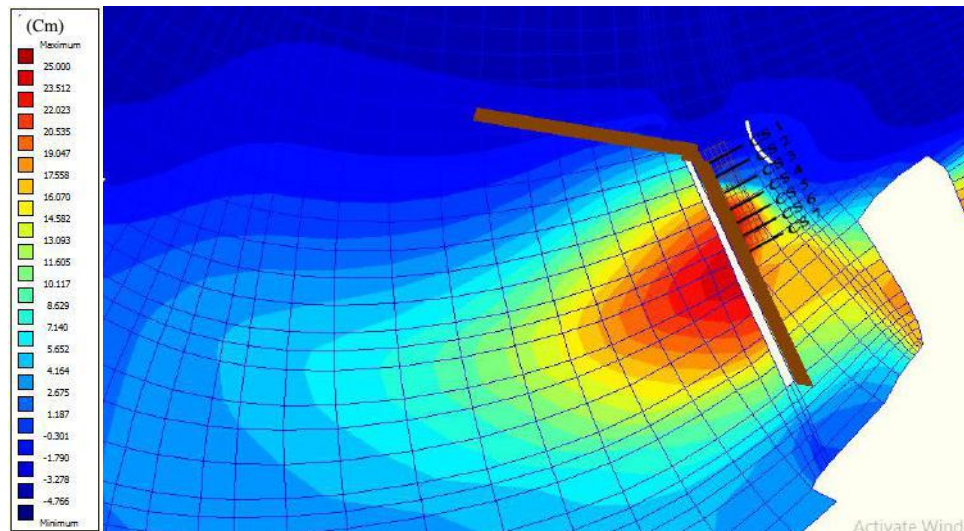
Tabel 4.4 Laju sedimentasi pada model alternatif 1

CROSS SECTION	LAJU (CM/ Bulan)
CS 1	-3,4
CS 2	4,1
CS 3	9,4
CS 4	15,5
CS 5	19,7
CS 6	18,6
CS 7	20,3
RATA RATA	12,0

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai rata rata sedimentasi di tiap cross section adalah 12,038 cm/bulan. Dengan nilai sedimentasi tertinggi terletak pada section 7 yaitu 20,83 cm/bulan dan nilai sedimentasi terendah terletak pada section 1 yaitu -3,44cm/bulan. Nilai (-) menunjukkan bahwa terjadi erosi di section tersebut. Tumpukan sedimen tersebut terjadi karena kecepatan arus yang kecil di area tersebut, sementara terjadinya erosi diakibatkan kecepatan arus yang lebih tinggi di ujung struktur sehingga tidak terjadi endapan sedimen di area tersebut. Apabila sedimentasi yang terjadi dianggap linear, maka rata rata laju sedimentasi selama 1 tahun adalah 1,44 meter

4.6.3. Simulasi Sedimentasi Model 2

Setelah dilakukan simulasi selama 30 hari, Hasil dari simulasi sedimentasi pada kondisi model alternatif 2 adalah sebagai berikut:



Gambar 4.34. Hasil output simulasi sedimentasi pada kondisi alternatif 2

Gambar menunjukkan output sedimentasi pada kondisi alternatif 1 setelah dilakukan simulasi selama 30 hari. Pada gambar terlihat bahwa telah ada tumpukan sedimen pada section 2 sampai 7. Apabila dibandingkan terlihat bahwa adanya tumpukan sedimen yang cukup tinggi pada area dalam dermaga dikarenakan pada area tersebut memiliki kecepatan arus yang rendah. Secara detail, nilai erosi-sedimentasi dapat dilihat pada tabel Cross Section sebagai berikut:

Tabel 4.5 Laju sedimentasi pada model alternatif 2

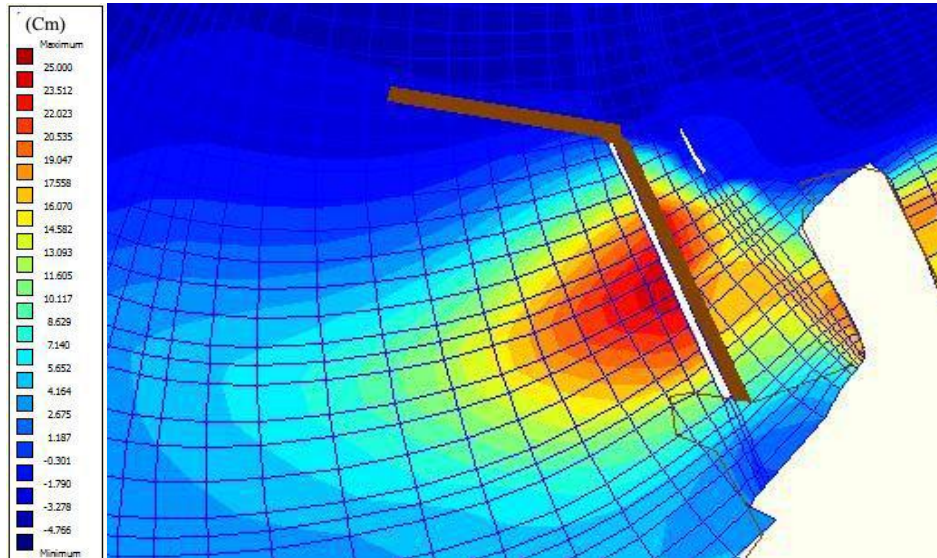
CROSS SECTION	LAJU (CM/ Bulan)
CS 1	-5,1
CS 2	1,2
CS 3	9,4
CS 4	22,5
CS 5	24,6

CROSS SECTION	LAJU (CM/ Bulan)
CS 6	27,6
CS 7	25,3
RATA RATA	15,1

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai rata rata sedimentasi di tiap cross section adalah 15,10 cm/bulan. Dengan nilai sedimentasi tertinggi terletak pada section 6 yaitu 27,64 cm/bulan dan nilai sedimentasi terendah terletak pada section 1 yaitu -5,12 cm/bulan. Nilai (-) menunjukkan bahwa terjadi erosi di section tersebut. Tumpukan sedimen tersebut terjadi karena kecepatan arus yang kecil di area tersebut, sementara terjadinya erosi diakibatkan kecepatan arus yang lebih tinggi di ujung struktur sehingga tidak terjadi endapan sedimen di area tersebut. Terlihat adanya penurunan tumpukan sedimen pada bagian ujung dermaga, namun pada bagian tengah dermaga terjadi tumpukan sedimen yang lebih tinggi daripada model alternatif 1. Maka model alternatif 2 ini kurang efektif jika dibandingkan dengan model alternatif 1 karena menghasilkan tumpukan sedimen yang cukup tinggi pada titik titik tertentu. Apabila sedimentasi yang terjadi dianggap linear, maka rata rata laju sedimentasi selama 1 tahun adalah 1,81 meter

4.6.4. Simulasi Sedimentasi Model 3

Setelah dilakukan simulasi selama 30 hari, Hasil dari simulasi sedimentasi pada kondisi model alternatif 3 adalah sebagai berikut



Gambar 4.35. Hasil output simulasi sedimentasi pada kondisi alternatif 3

Pada gambar menunjukkan output sedimentasi pada kondisi alternatif 3 setelah dilakukan simulasi selama 30 hari. Pada gambar terlihat bahwa telah ada tumpukan sedimen pada section 2 sampai 7. Apabila dibandingkan terlihat bahwa adanya tumpukan sedimen yang cukup tinggi pada area dalam dermaga dikarenakan pada area tersebut memiliki kecepatan arus yang rendah. Secara detail, nilai erosi-sedimentasi dapat dilihat pada tabel Cross Section sebagai berikut:

Tabel 4.6 Laju sedimentasi pada model alternatif 3

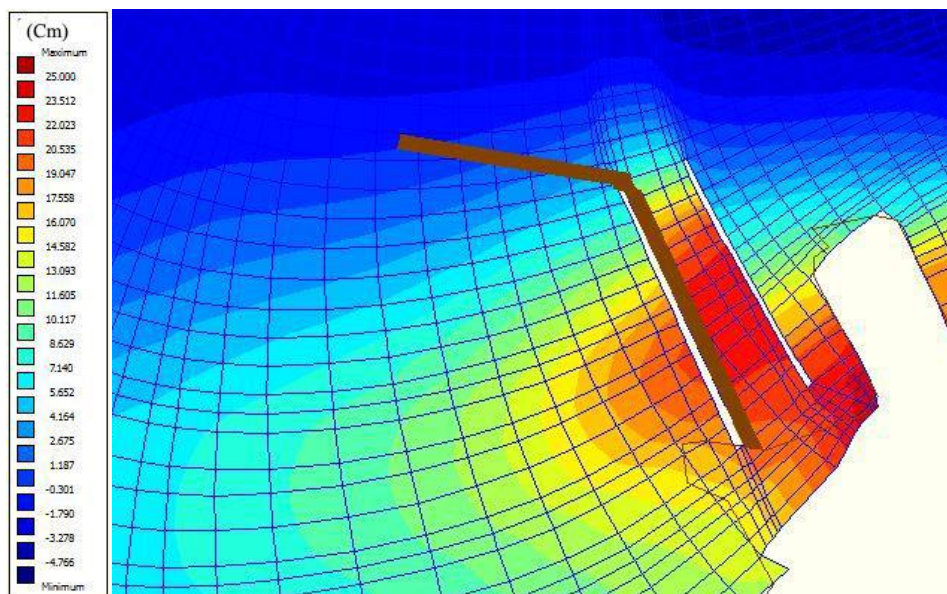
CROSS SECTION	LAJU (CM/ Bulan)
CS 1	-4,8
CS 2	3,1
CS 3	9,9
CS 4	24,2
CS 5	28,1

CROSS SECTION	LAJU (CM/Bulan)
CS 6	27,5
CS 7	26,6
RATA RATA	16,3

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai rata rata sedimentasi di tiap cross section adalah 16,3 cm/bulan. Dengan nilai sedimentasi tertinggi terletak pada section 5 yaitu 28,1 cm/bulan dan nilai sedimentasi terendah terletak pada section 1 yaitu -4,8 cm/bulan. Nilai (-) menunjukkan bahwa terjadi erosi di section tersebut. Tumpukan sedimen tersebut terjadi karena kecepatan arus yang kecil di area tersebut, sementara terjadinya erosi diakibatkan kecepatan arus yang lebih tinggi di ujung struktur sehingga tidak terjadi endapan sedimen di area tersebut. Apabila sedimentasi yang terjadi dianggap linear, maka rata rata laju sedimentasi selama 1 tahun adalah 1,96 meter

4.6.5. Simulasi Sedimentasi Model 4

Setelah dilakukan simulasi selama 30 hari, Hasil dari simulasi sedimentasi pada kondisi model alternatif 4 adalah sebagai berikut



Gambar 4.36. Hasil output simulasi sedimentasi pada kondisi alternatif 4

Pada gambar menunjukkan output sedimentasi pada kondisi alternatif 4 setelah dilakukan simulasi selama 30 hari. Pada gambar terlihat bahwa telah ada tumpukan sedimen pada section 1 sampai 7. Apabila dibandingkan terlihat bahwa adanya tumpukan sedimen yang sangat tinggi pada area dalam dermaga dikarenakan pada area tersebut memiliki kecepatan arus yang rendah. Secara detail, nilai erosi-sedimentasi dapat dilihat pada tabel Cross Section sebagai berikut:

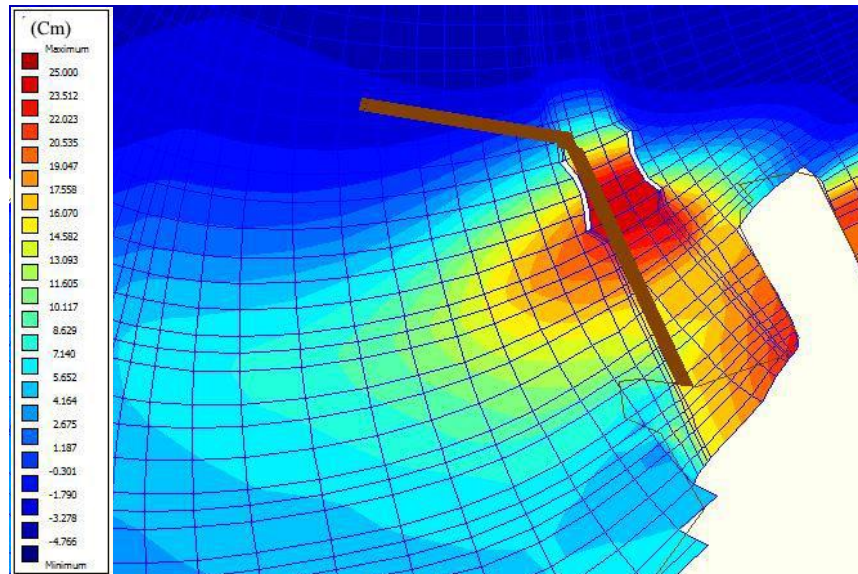
Tabel 4.7 Laju sedimentasi pada model alternatif 4

CROSS SECTION	LAJU (CM/ Bulan)
CS 1	7,4
CS 2	15,5
CS 3	18,6
CS 4	19,7
CS 5	30,3
CS 6	34,8
CS 7	36,1
RATA RATA	23,2

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai rata rata sedimentasi di tiap cross section adalah 23,2 cm/bulan. Dengan nilai sedimentasi tertinggi terletak pada section 7 yaitu 36,1 cm/bulan dan nilai sedimentasi terendah terletak pada section 1 yaitu 7,4 cm/bulan. Tumpukan sedimen tersebut terjadi karena kecepatan arus yang kecil di area tersebut, sementara terjadinya erosi diakibatkan kecepatan arus yang lebih tinggi di ujung struktur sehingga tidak terjadi endapan sedimen di area tersebut. Apabila sedimentasi yang terjadi dianggap linear, maka rata rata laju sedimentasi selama 1 tahun adalah 2,78 meter

4.6.6 Simulasi Sedimentasi Model 5

Setelah dilakukan simulasi selama 30 hari, Hasil dari simulasi sedimentasi pada kondisi model alternatif 5 adalah sebagai berikut:



Gambar 4.37. Hasil output simulasi sedimentasi pada kondisi alternatif 5

Pada gambar menunjukkan output sedimentasi pada kondisi alternatif 5 setelah dilakukan simulasi selama 30 hari. Pada gambar terlihat bahwa telah ada tumpukan sedimen pada section 1 sampai 7. Apabila dibandingkan terlihat bahwa adanya tumpukan sedimen yang sangat tinggi pada area dalam dermaga dikarenakan pada area tersebut memiliki kecepatan arus yang rendah. Secara detail, nilai erosi-sedimentasi dapat dilihat pada tabel Cross Section sebagai berikut:

Tabel 4.7 Laju sedimentasi pada model alternatif 4

CROSS SECTION	LAJU (CM/ Bulan)
CS 1	1,3
CS 2	8,1
CS 3	19,7
CS 4	19,5

CROSS SECTION	LAJU (CM/ Bulan)
CS 5	28,2
CS 6	29,6
CS 7	30,3
RATA RATA	19,5

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai rata rata sedimentasi di tiap cross section adalah 19,5 cm/bulan, Dengan nilai sedimentasi tertinggi terletak pada section 7 yaitu 30,3 cm/bulan dan nilai sedimentasi terendah terletak pada section 1 yaitu 1,3 cm/bulan. Tumpukan sedimen tersebut terjadi karena kecepatan arus yang kecil di area tersebut, sementara terjadinya erosi diakibatkan kecepatan arus yang lebih tinggi di ujung struktur sehingga tidak terjadi endapan sedimen di area tersebut. Apabila sedimentasi yang terjadi dianggap linear, maka rata rata laju sedimentasi selama 1 tahun adalah 2,34 meter

4.6.7. Perbandingan Laju Sedimentasi Kondisi Existing Dengan Model

Setelah dilakukan simulasi menggunakan model eksisting dan model alternatif, dapat dilakukan perbandingan mengenai laju sedimentasi diantara ketiga model tersebut di tiap tiap cross section yang akan dijelaskan pada tabel berikut:

Tabel 4.8 Perbandingan laju sedimentasi pada model eksisting dan alternatif

CROSS SECTION	LAJU SEDIMENTASI (Cm/Bulan)					
	EKSISTING	MODEL 1	MODEL 2	MODEL 3	MODEL 4	MODEL 5
CS 1	-3,8	-3,4	-5,1	-4,8	7,4	1,3
CS 2	13,8	4,1	1,2	3,1	15,5	8,1
CS 3	15,7	9,4	9,4	9,9	18,6	19,7
CS 4	19,3	15,5	22,5	24,2	19,7	19,5
CS 5	22,1	19,6	24,6	28,1	30,3	28,2
CS 6	23,3	18,6	27,6	27,5	34,8	29,6
CS 7	24,9	20,3	25,3	26,6	36,1	30,3
RATA RATA	16,5	12,0	15,1	16,3	23,2	19,5

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa model terbaik untuk mengurangi sedimentasi yang terjadi pada dermaga domestik PT. TPS adalah model 1 dengan rata rata penambahan sedimen sebesar 12 cm/bulan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan analisa, Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Laju sedimentasi pada tahun 2016 adalah 1,708 m/tahun atau rata rata laju sedimentasi tiap bulan adalah 0,14 m/bulan. dengan laju sedimentasi tertinggi pada bulan Juni-Agustus dengan 0,784 m/bulan.
2. Pola arus pada saat pasang tertinggi adalah dari arah timur. Sedangkan pada saat surut terendah adalah dari arah barat. Dengan Kecepatan arus rata rata pada area dermaga sebagai berikut:
 - A. Layout Eksisting: 20,26cm/s
 - B. Layout model 1: 19,44 cm/s
 - C. Layout model 2: 17,13 cm/s
 - D. Layout model 3: 16,45 cm/s
 - E. Layout model 4: 15,12 cm/s
 - F. Layout model 5: 16,28 cm/s
3. Rata rata Laju sedimentasi pada dermaga domestik adalah sebagai berikut:
 - A. Layout Eksisting: 1.98 m/tahun
 - B. Layout model 1: 1,44 m/tahun
 - C. Layout model 2: 1,81 m/tahun
 - D. Layout model 3: 1,96 m/tahun
 - E. Layout model 4: 2,78 m/tahun
 - F. Layout model 5: 2,34 m/tahun

6.2. Saran

Beberapa hal yang dapat disarankan setelah dilakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Diperlukan studi lebih lanjut dengan variasi pada bentuk dan dimensi model struktur yang lain, Serta analisa mengenai detail konstruksi pada struktur tersebut.
2. Diperlukan analisa lebih lanjut mengenai kestabilan lereng untuk meminimalisir terjadinya longsor untuk mendukung hasil simulasi sedimentasi yang disebabkan oleh sedimen transport.

DAFTAR PUSTAKA

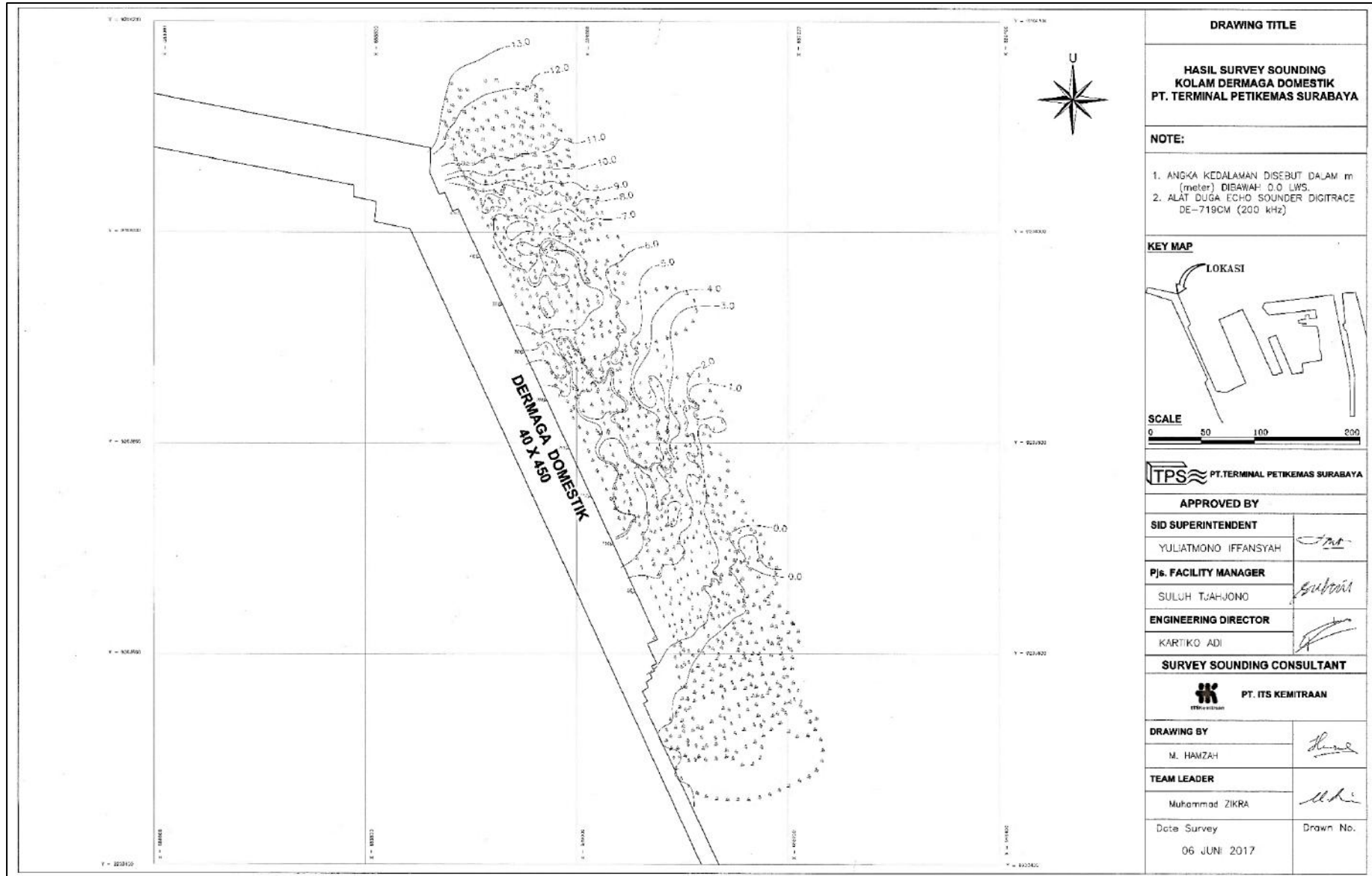
- Achmad, Mahmud. 2011. *Buku Ajar Hidrologi Teknik Program Hibah Penulisan Buku Ajar Tahun 2011*. Universitas Hassanudin Makassar.
- Al-Hakim, Habib. 2010 *Studi Penanggulangan Sedimentasi Di Pelabuhan Domestik PT. Terminal Peti Kemas Surabaya*. Tugas Akhir Departmen Teknik Kelautan. Fakultas teknologi Kelautan – ITS. Surabaya.
- Armono, H D. 2008. *Analisa Volume Pengerukan Dermaga Domestik PT. Terminal Petikemas Surabaya*.
- Arrizal, 2011. *Permodelan Numerik Perubahan morfologi Dasar Pantai Singkit dengan Menggunakan Delft3D*. Tugas Akhir Fakultas teknik Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh.
- CERC, 1984. *Shore Protection Manual*. US Army Coastal Engineering Research Center. Washington.
- Damerianne, Happy. 2013. *Analisa Laju Sedimentasi di Kanal Cooling Intake PT.Indonesia Power PLTU GRATI*. Tugas Akhir Departmen Teknik Kelautan. Fakultas teknologi Kelautan – ITS. Surabaya.
- Drake, C. L. 1978. *Oceanography*. New York: Holt Rinepart and Winston.
- Edna, Tania. 2015. *Kajian Bangunan Underwater Sill Sebagai Bangunan Pengendali Pola Aliran Dalam Rangka Mereduksi Sedimen yang Masuk Kolam Labuh dan Alur Pelayaran*. Desertasi S3 Ilmu Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Felice, Maya. 2011. *Kajian Pengaruh Underwater Sill Terhadap Pola Aliran dan Pola Angkutan Sedimen*. Thesis Departemen Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

- Novianto, Indra. 2009. *Analisa Sedimentasi di Dermaga Domestik Terminal Petikemas Surabaya*. Tugas Akhir Departmen Teknik Kelautan. Fakultas teknologi Kelautan – ITS. Surabaya.
- Pratikno, Widi A,dkk. 1997. *Struktur Perlindungan Pantai*.
- Poerbandono dan Djunarsah, E. 2005. *Survei Hidrografi*, Refika Aditama. Bandung.
- Qhomariah. 2015. *Analisa Hubungan Pasang Surut Dengan Sedimentasi yang Terbentuk (Studi kasus: Dermaga Pelabuhan Petikemas Surabaya)*. Tugas Akhir Departmen Teknik Geomatika. Fakultas Teknologi Sipil dan Perencanaan – ITS. Surabaya.
- Ronggodigdo, S. 2011. *Kajian Sedimentasi Serta Hubungannya terhadap Pendangkalan Muara Sungai Belawan*. Tugas Akhir Departmen Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Sumatera Utara.
- Soewarno. 1991. *Pengukuran dan pengelolaan Data Aliran Sungai*. Nova, Bandung
- Triadmojo, B. 1999. *Teknik Pantai*, Beta Offsest. Yogyakarta
- Tryantini. 2012. *Model Fisik Pengaruh Layout Underwater Sill Terhadap Pola Aliran dan Angkutan Sedimen*. Thesis Departemen Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Van Rijn, Leo. 1990. *Principles of Fluids and Surface Waves in Rivers, Estuaries, Seas, and Ocean*. Aqua Publication. Netherland.
- Yuwono, N. 1982. *Teknik Pantai*. Yogyakarta: Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM.

LAMPIRAN

The chart is a nautical map of the coastal area around Tanjung Perak, Surabaya, Indonesia. It shows the coastline, major roads, and various landmarks. Key locations include Tg. Tanjung, Tg. Semabung, Karang Pisang, P. Galang, and Tanjung Perak. The chart also displays numerous depth soundings, navigational aids, and a compass rose indicating North (N), South (S), East (E), and West (W). The scale is 1:750,000.

B. BATIMETRI DERMAGA DOMESTIK



C. DATA PASANG SURUT

TABEL PENGAMATAN PASANG SURUT
Surabaya

Pekerjaan Pengamatan Pasang
 Surut
Lokasi : Surabaya
Tanggal : 13-Oct-15

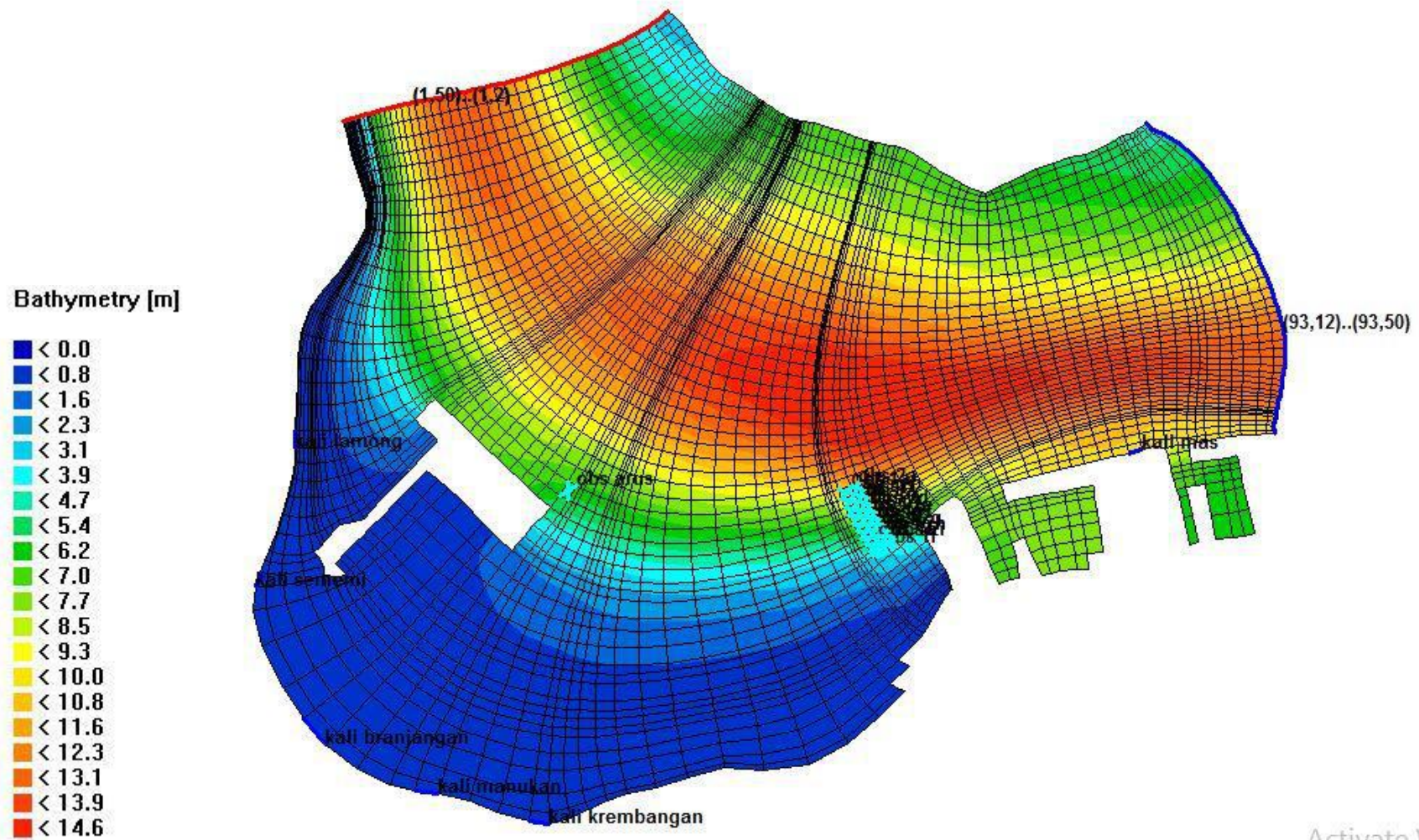
No	Waktu		Muka Air
	Jam	Menit	(cm)
1	0	00	144
2	1	00	116
3	2	00	95
4	3	00	96
5	4	00	97
6	5	00	120

No	Waktu		Muka Air
	Jam	Menit	(cm)
7	6	00	77
8	7	00	163
9	8	00	174
10	9	00	175
11	10	00	163
12	11	00	133

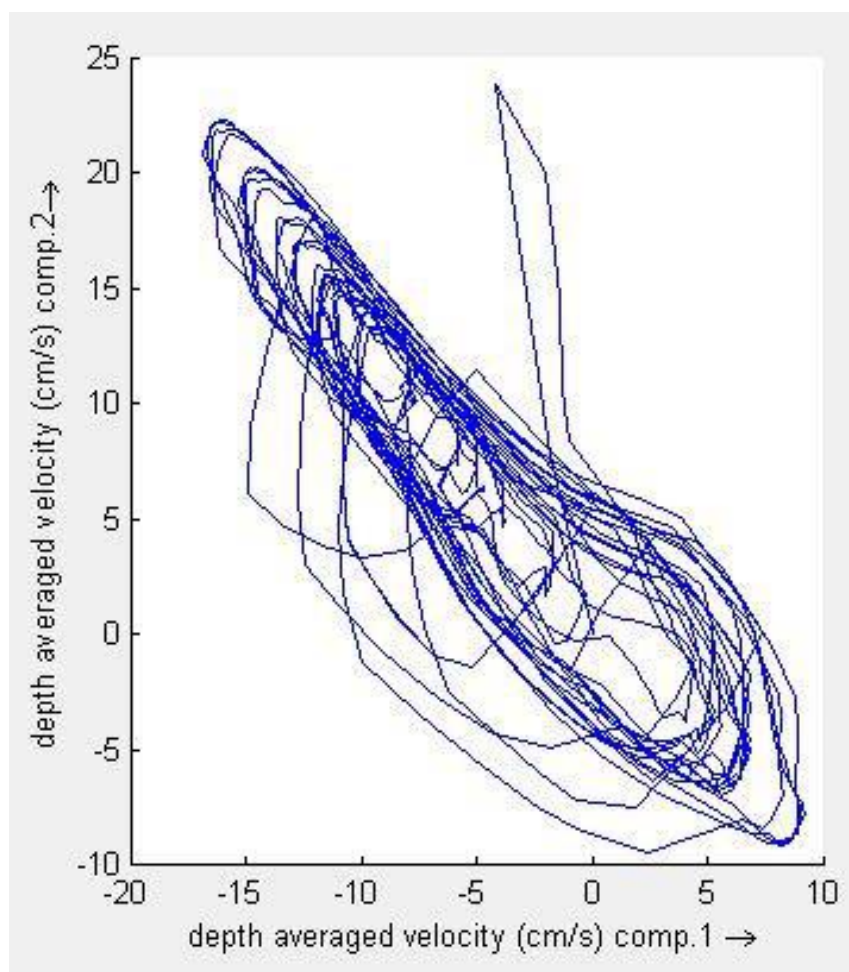
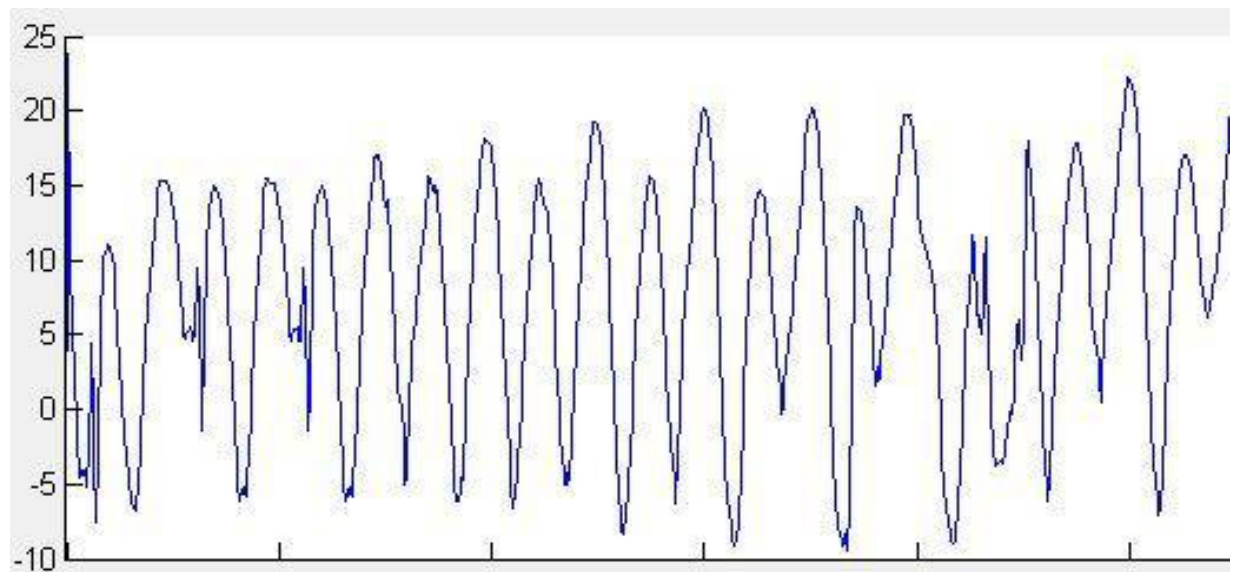
No	Waktu		Muka Air
	Jam	Menit	(cm)
13	12	00	108
14	13	00	94
15	14	00	81
16	15	00	83
17	16	00	102
18	17	00	132

No	Waktu		Muka Air
	Jam	Menit	(cm)
19	18	00	163
20	19	00	191
21	20	00	222
22	21	00	218
23	22	00	215
24	23	00	203

D. HASIL INTERPOLASI BATIMETRI (DELFT 3D)



E. OUTPUT PERMODELAN ARUS (DELFT 3D)



F. OUTPUT OVERLAY (SURFER)

Grid Volume Computations

Tue Dec 26 11:09:37 2017

Upper Surface

Grid File Name:	D:\TA IQBAL\P3\batimetri lawas\4 DEEMBER 2016\DESEMBER 2016.grd
Grid Size:	100 rows x 21 columns
X Minimum:	0
X Maximum:	100
X Spacing:	5
Y Minimum:	0
Y Maximum:	500
Y Spacing:	5.0505050505051
Z Minimum:	-9.3370031339529
Z Maximum:	-0.85178150794255

Lower Surface

Grid File Name:	D:\TA IQBAL\P3\batimetri lawas\3 OKTOBER 2016\OKTOBER 2016.grd
Grid Size:	100 rows x 21 columns
X Minimum:	0
X Maximum:	100
X Spacing:	5
Y Minimum:	0
Y Maximum:	500
Y Spacing:	5.0505050505051
Z Minimum:	-9.74323332028
Z Maximum:	-0.56266096045193

Volumes

Z Scale Factor:	1
-----------------	---

Total Volumes by:

Trapezoidal Rule:	27170.565594306
Simpson's Rule:	27224.448165002
Simpson's 3/8 Rule:	27180.620704083

Cut & Fill Volumes

Positive Volume [Cut]:	27534.77897432
Negative Volume [Fill]:	366.57933209136
Net Volume [Cut-Fill]:	27168.199642229

Areas

Planar Areas

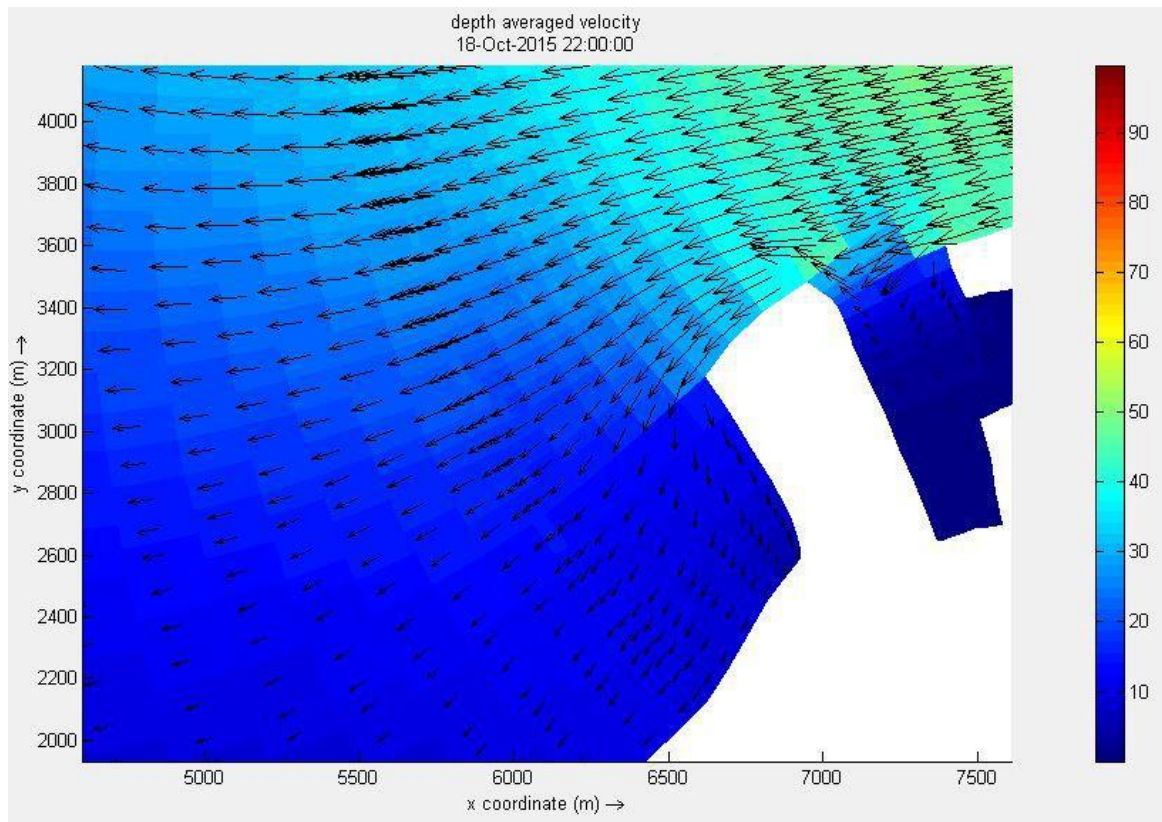
Positive Planar Area [Cut]:	47377.616614683
Negative Planar Area [Fill]:	2622.3833853167
Blanked Planar Area:	0
Total Planar Area:	50000

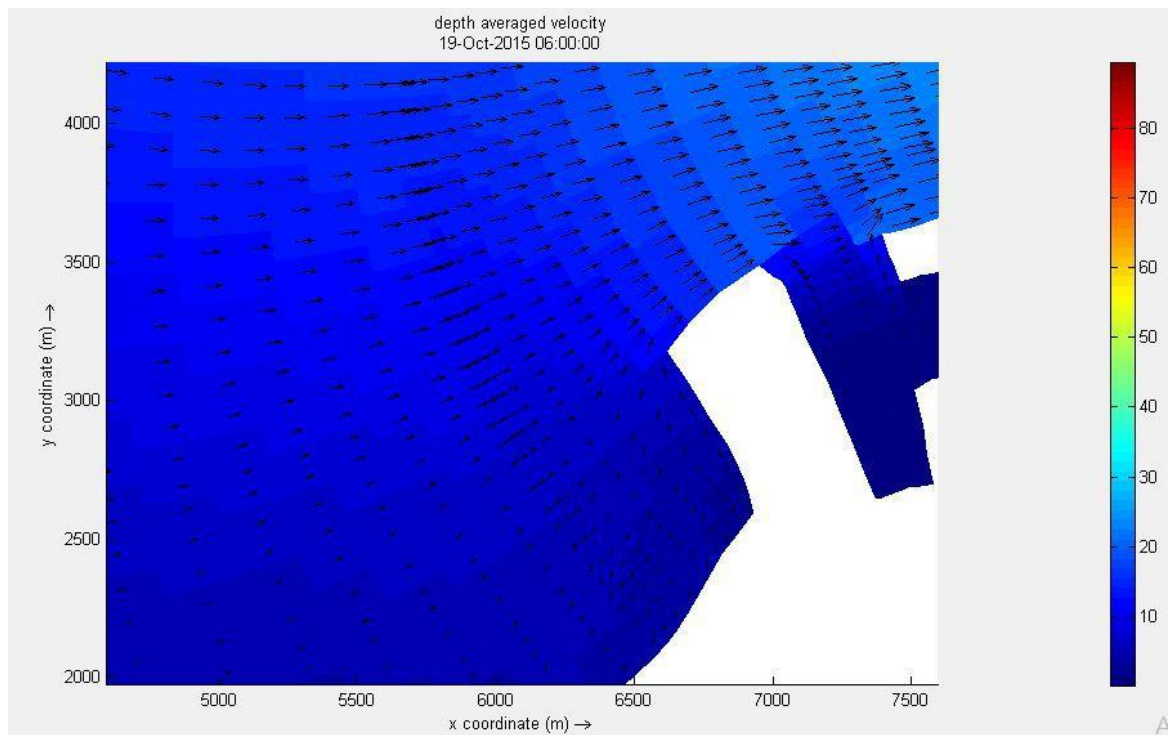
Surface Areas

Positive Surface Area [Cut]:	47406.275587038
Negative Surface Area [Fill]:	2624.495214033

G. OUTPUT POLA ARUS

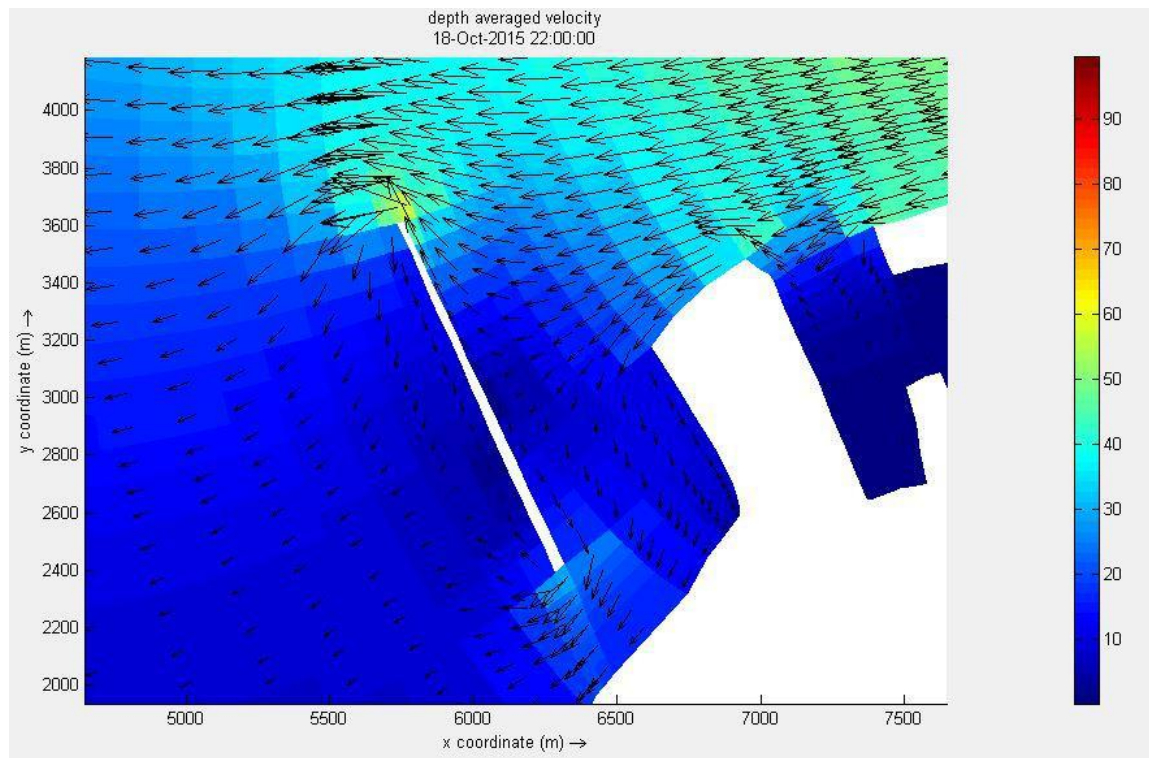
1. EXISTING PASANG TERTINGGI



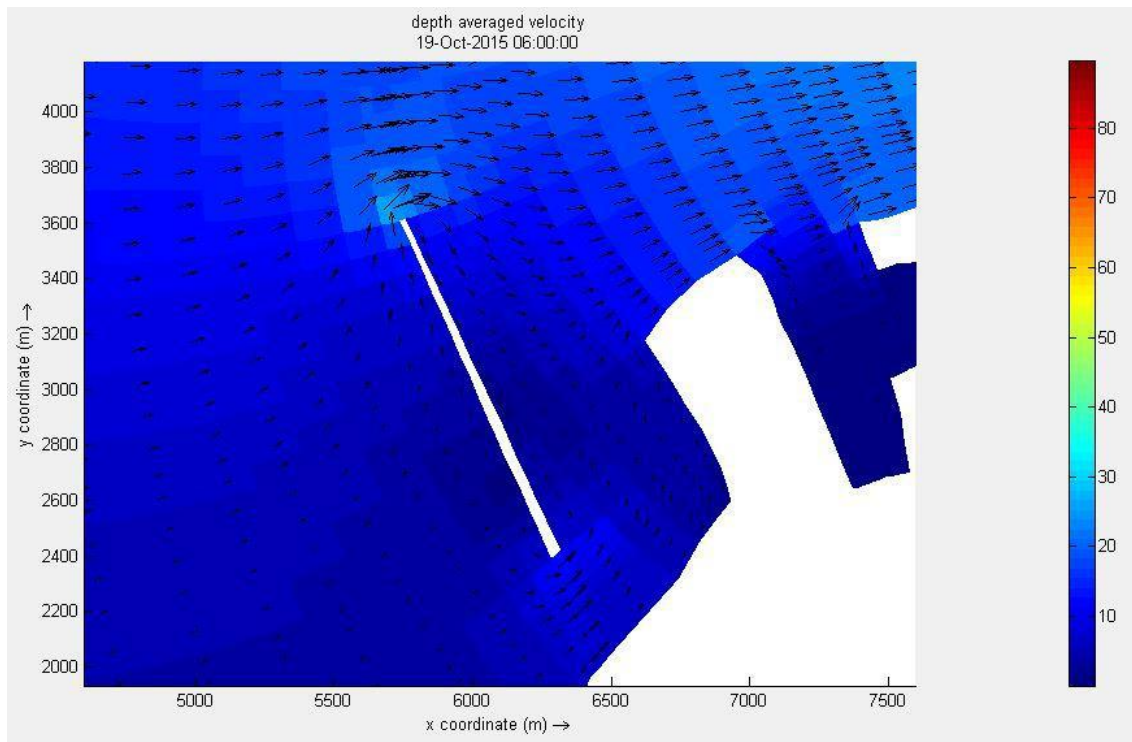


2. EXISTING SURUT TERRENDAH

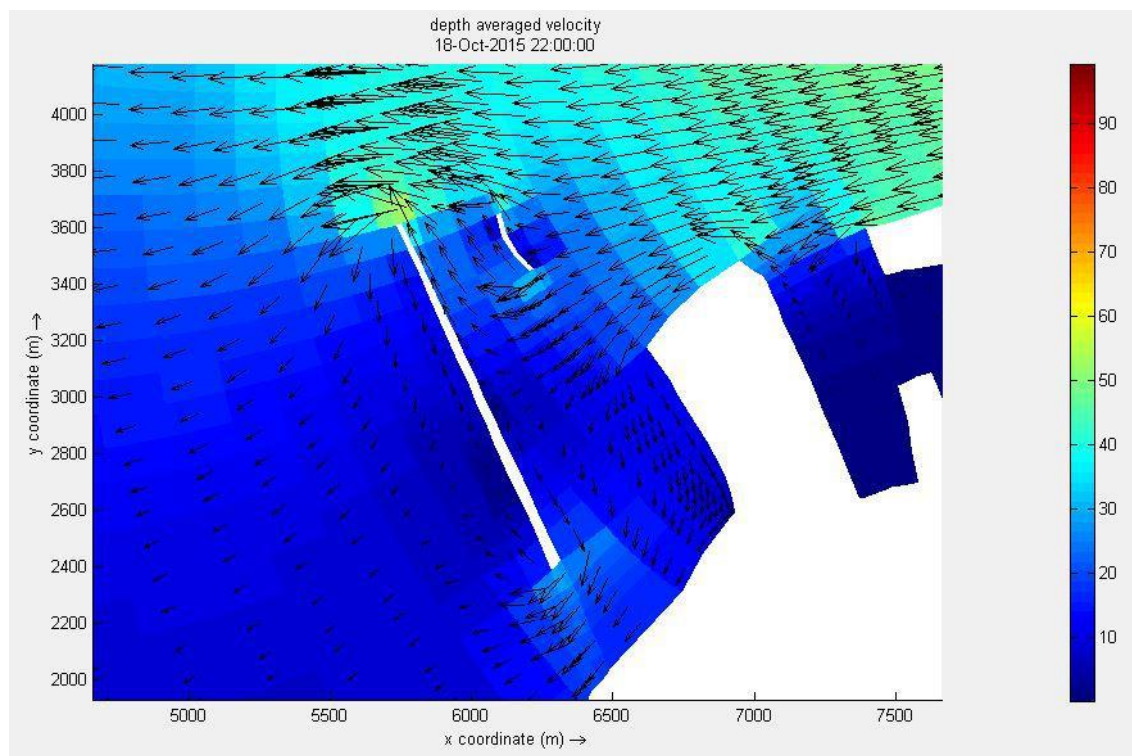
3. MODEL 1 PASANG TERTINGGI



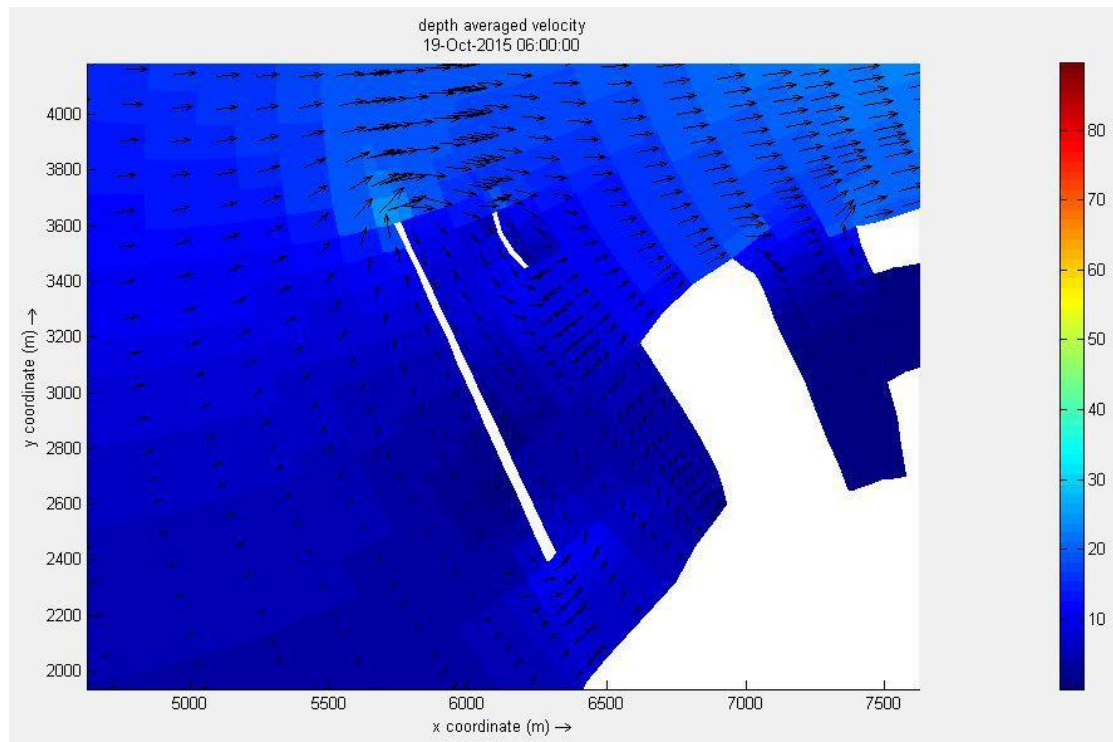
4. MODEL 1 SURUT TERRENDAH



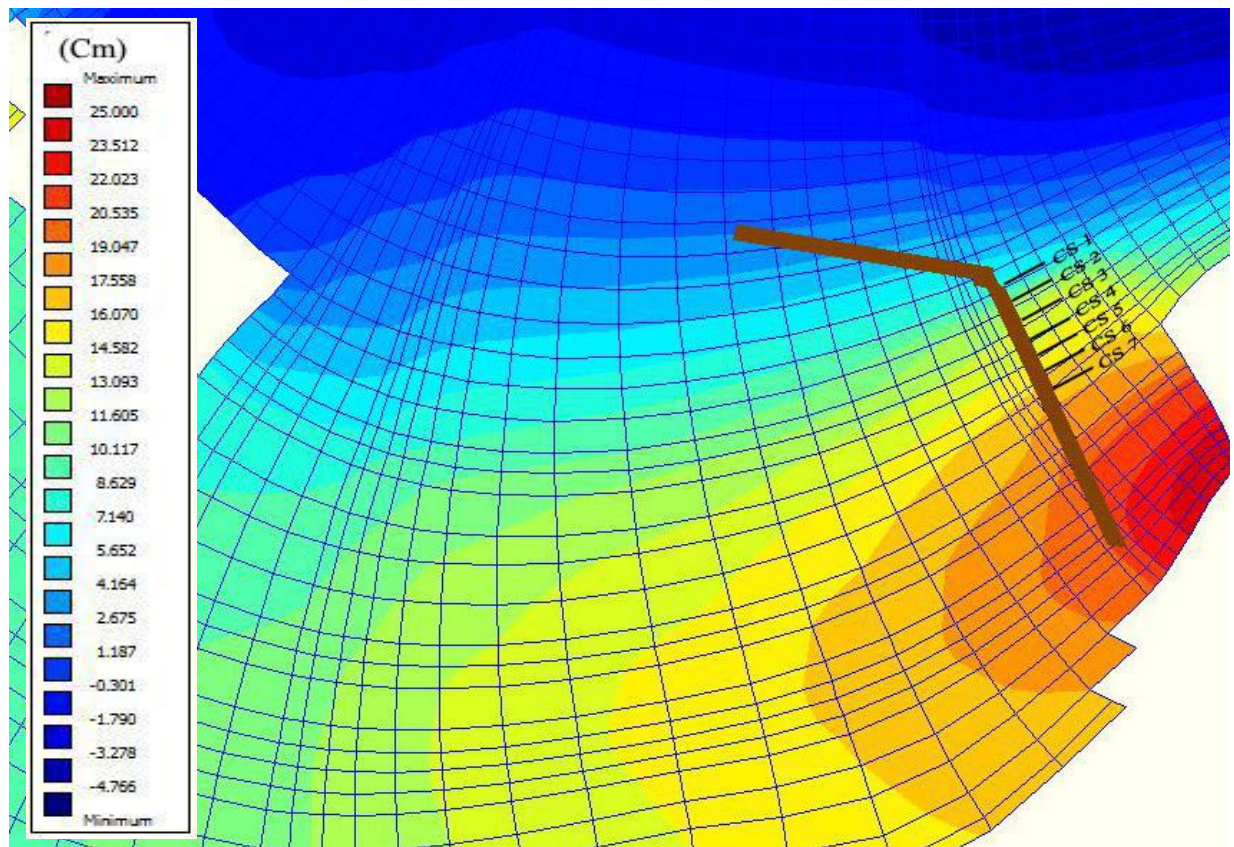
5. MODEL 2 PASANG TERTINGGI



6. MODEL 2 SURUT TERRENDAH

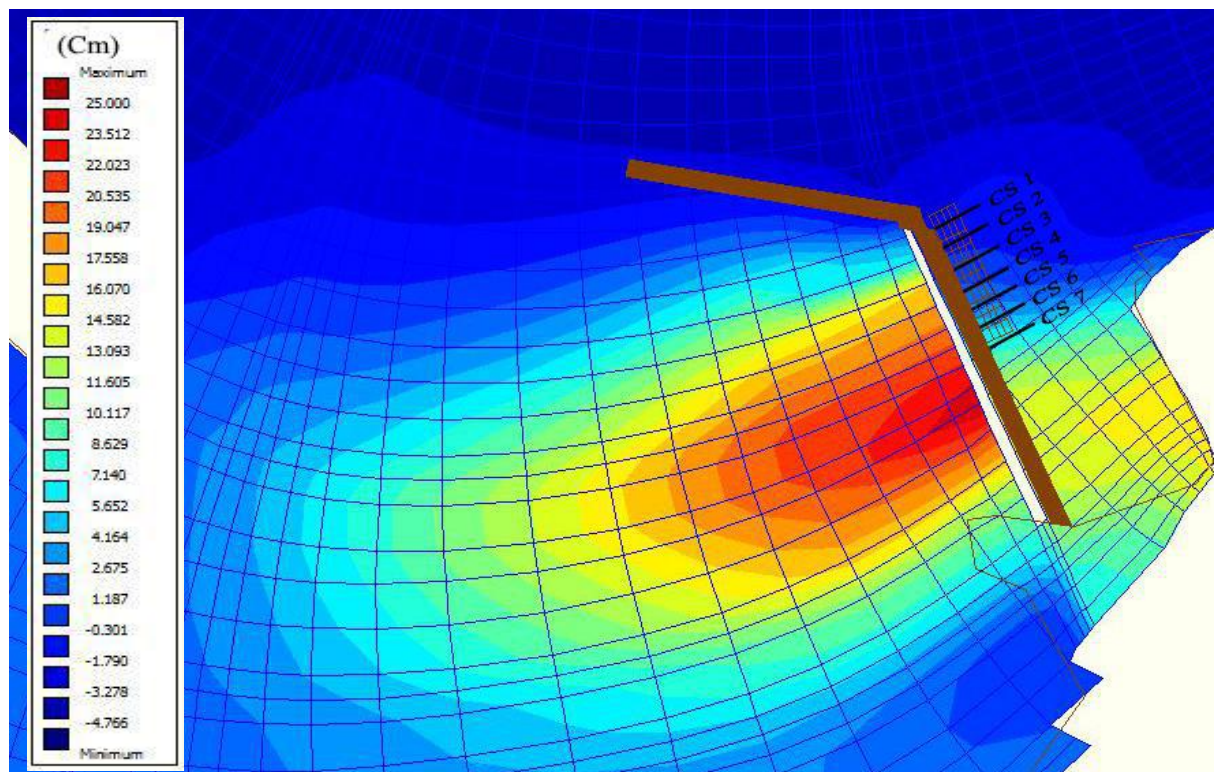


H. OUTPUT SEDIMENTASI

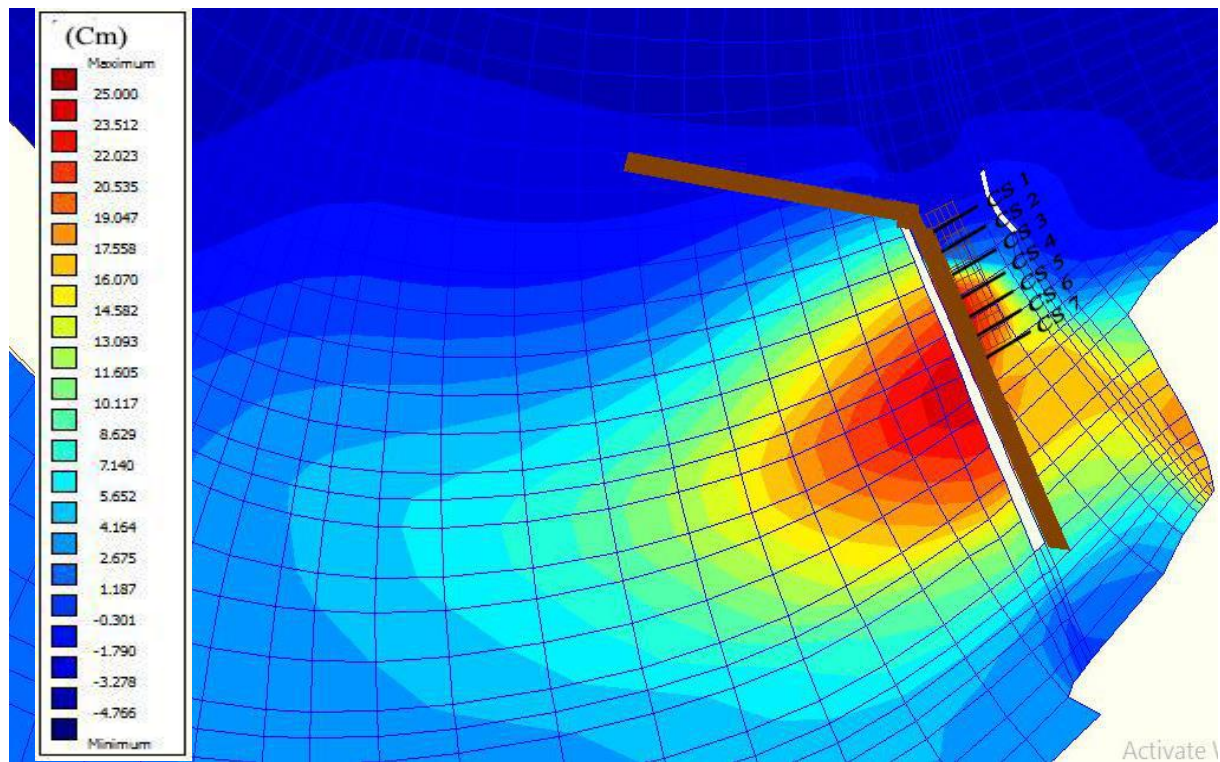


1. EXISTING

2. MODEL 1



3. MODEL 2



BIODATA PENULIS



Iqbal Hanif Fahrudin lahir di Kota Gresik pada 21 Agustus 1995. Penulis telah menempuh pendidikan formal di kota Gresik diantaranya SD NU 1 Gresik, SMPN 1 Gresik, SMAN 1 Gresik. Pada tahun 2013 penulis melanjutkan pendidikan Strata 1 di Departemen Teknik Kelautan FTK-ITS melalui jalur SNMPTN yang selanjutnya terdaftar dengan NRP 4313100051. Selama masa kuliah penulis juga aktif dalam organisasi Ocean Underwater Robotic Club pada posisi divisi mekanik. Dalam kepengurusan tersebut penulis telah mengikuti beberapa kegiatan kompetisi ROV dan kompetisi RC Boat yang dilakukan di beberapa Universitas di Indonesia. Penulis juga pernah menjadi anggota kepanitiaan acara OCEANO 2014 dan 2015 sebagai tim teknis ROV Competition. Penulis telah menyelesaikan buku tugas Akhir yang berjudul “ANALISA LAJU SEDIMENTASI DI DERMAGA DOMESTIK PT. TERMINAL PETIKEMAS SURABAYA” yang telah diselesaikan penulis dalam waktu 1 semester sebagai syarat kelulusan Strata 1 Departemen Teknik Kelautan FTK-ITS.

Email : iqbalhanif21@gmail.com